

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

FACULTAD DE BELLAS ARTES
Departamento de Pintura



**LAS PREPARACIONES DE YESO EN LA PINTURA
SOBRE TABLA DE LA ESCUELA ESPAÑOLA**

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR
PRESENTADA POR
Sonia Santos Gómez

Bajo la dirección de la doctora:
Margarita San Andrés Moya

Madrid, 2005

ISBN: 84-669-2720-4



UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
FACULTAD DE BELLAS ARTES
DEPARTAMENTO DE PINTURA-RESTAURACIÓN

*Las preparaciones de yeso en la pintura sobre tabla
de la Escuela Española*

*Memoria que para optar al grado
de doctora presenta*
SONIA SANTOS GÓMEZ

Directora:
MARGARITA SAN ANDRÉS MOYA

Madrid, 2005

*Las preparaciones de yeso en la pintura sobre tabla
de la Escuela Española*



Sonia Santos Gómez



A mis padres

Agradecimientos



Agradecimientos

Esta investigación sobre las preparaciones de yeso de la pintura sobre tabla de la Escuela Española comenzó y se desarrolló, en gran parte, durante el disfrute de la beca predoctoral que me fue concedida por esta Universidad. Durante este tiempo, así como en años subsiguientes, ha sido muy gratificante formar parte del equipo de investigación liderado por la Dra. Margarita San Andrés Moya, directora también de la tesis que se presenta, que ha mostrado constante dedicación e interés hacia la misma. Por ello, en estas breves líneas deseo destacar mi señalada gratitud hacia ella, por su continua ayuda y estímulo y su gran labor de dirección.

Por otra parte, me gustaría agradecer a la Universidad Complutense la adjudicación de la beca predoctoral que me permitió iniciar este trabajo y a la DGES (Programa Sectorial de Conocimiento) la concesión del proyecto *Caracterización analítica de los materiales utilizados en la elaboración de las capas de preparación de la pintura de caballete de la Escuela Española (s. XV-XVIII). Utilización de técnicas microscópicas y cromatográficas* (ref.: PB96-0658), que ha financiado parte del mismo.

La investigación desarrollada no hubiera podido ver la luz sin la amplia colaboración y atención prestada por el Centro de Microscopía Electrónica “Luis Bru”, especialmente por su director, D. Luis Puebla Herranz y D. Alfonso Rodríguez Muñoz y D. Juan Luis Baldonado. He de destacar necesariamente la gran labor llevada a cabo por D. Alfonso Rodríguez Muñoz con el microscopio electrónico de

barrido en el análisis morfológico y analítico llevado a cabo sobre las muestras estudiadas.

Dentro de la Facultad de Bellas Artes ha sido también básico el apoyo de la Dra. Consuelo Dalmau Moliner, que ha suministrado gran parte de las muestras estudiadas y ha brindado su atenta y considerada ayuda siempre que fue solicitada. Asimismo, quiero expresar mi gratitud hacia el Dr. Manuel Prieto Prieto, por su gentileza al permitir el acceso a las obras requeridas para su estudio y a la Dra. Alicia Sánchez Ortiz, responsable, a su vez, de algunas de las obras sometidas a examen, así como al resto de profesores del Dpto. de Pintura-Restauración, por la ayuda aportada en todo este tiempo.

Del mismo modo, quiero expresar mi gratitud al Dr. Enrique Parra, profesor del Dpto. de Tecnología Industrial de la Universidad Alfonso X El Sabio, por la realización de los análisis por espectroscopía infrarroja (FTIR) de las muestras estudiadas y por su ayuda en la interpretación de los resultados. Asimismo, deseo expresar mi más cordial agradecimiento hacia Carmen Valdehita Mayoral y María Ascensión Barajas López, del Departamento de Petrología y Geoquímica de la Facultad de Geológicas de la Universidad Complutense de Madrid, que han puesto a disposición de esta investigación tanto sus conocimientos como los medios técnicos requeridos. Igualmente, agradezco el asesoramiento en el ámbito de los yesos de la Dra. Rafaela Marfil Pérez, Catedrática del Dpto. de Petrología y Geoquímica de la UCM y de Rosa María Castaño.

También me gustaría agradecer a *ATEDY (Asociación Técnica y Empresarial del Yeso)* su continua información sobre publicaciones novedosas relativas al ámbito de los yesos, y a la empresa *Yesos y escayolas del Jadraque* su generosidad al proporcionar algunas de las muestras estudiadas.

La recopilación de fuentes bibliográficas ha contado, entre otros, con el apoyo de la Biblioteca Nacional y la red de Bibliotecas de la Universidad Complutense, dentro de la que es esencial destacar la labor de Dña. Ángeles Vian Herrero, directora de la Biblioteca de la Facultad de Bellas Artes, y de Dña. Amelia Valverde González, subdirectora de la misma, por su buen hacer, certero asesoramiento y amabilidad, así como a D. Juan Ramos, Jefe del Servicio de Préstamo Interbibliotecario de la Biblioteca Complutense, por su eficacia y diligencia en el suministro de las múltiples peticiones bibliográficas requeridas.

Quisiera subrayar, además, la solicitud, amabilidad y paciencia de Ofelia Méndez Fernández, perteneciente al Servicio de Reprografía de la Facultad de Bellas Artes.

Asimismo, me gustaría resaltar el valioso apoyo de mis compañeros del departamento de Pintura-Restauración de la Facultad de Bellas Artes de la Universidad Complutense de Madrid: José Manuel de la Roja de la Roja, Natalia Sancho Cubino, Blanca Ramírez Barat, Olvido Conejo Sastre, M^a Isabel Báez Aglio, Isabel Blasco Castiñeyra, Sif Dagmar Dornheim y Silvia García Fernández-Villa.

Igualmente, deseo expresar mi reconocimiento hacia aquellas personas que, si bien no han sido partícipes directos del desarrollo de la tesis, han impulsado con su cordialidad y afecto el ánimo de quien la ha llevado a cabo. Entre ellas se encuentran Adela y Domingo Aguilera Pascual y mis compañeros de Patrimonio Nacional, especialmente M^a José Ahijón Prado, Javier Jordán de Urríes, Almudena Díaz de la Morena y Ana Salvador de Velasco.

Y, por último, me gustaría agradecer la confianza, apoyo, cariño y comprensión de mis padres y hermanos y mi familia en general y de Jorge, Joaquí, Nuria, María, Juani, Encarnita y Adela, sin los que me hubiera sido prácticamente imposible disponer del ánimo necesario para concluir este estudio.

A todos ellos debo haber podido desarrollar este trabajo, que se ha llevado a cabo con la intención de que pueda resultar de utilidad a quienes gustan de adentrarse en la comprensión del legado artístico de quienes nos precedieron.

Índice



Índice

INTRODUCCIÓN. OBJETIVOS	21
-------------------------------	----

CAPÍTULO I

<i>Preparación. Imprimación. Conceptos</i>	27
--	----

CAPÍTULO II

<i>Materiales. Sulfato cálcico y carbonato cálcico</i>	39
--	----

II. 1. Sulfato cálcico. Características	43
---	----

II. 2. Carbonato Cálcico. Características	65
---	----

II. 2.1. Características generales del carbonato cálcico. Carbonato cálcico natural: Creta	65
---	----

II. 2.2. Otras fuentes de carbonato cálcico natural	84
---	----

II. 2.3. Carbonato cálcico de origen sintético	90
--	----

II. 2.4. La cal	93
-----------------------	----

CAPÍTULO III

Las preparaciones de la pintura sobre tabla y lienzo. Evolución histórica 101

III. 1. Las preparaciones de la pintura sobre tabla y lienzo.

Evolución en el empleo de materiales 106

CAPÍTULO IV

Las preparaciones blancas de la pintura sobre tabla 131

IV. 1. El empleo de yeso en las preparaciones blancas de la pintura sobre tabla: España y los países de la Cuenca del Mediterráneo 135

IV. 1.1. Etapas previas a la aplicación de las preparaciones en la pintura sobre tabla 139

IV. 1.2. El yeso. Datos aportados por antigua documentación relacionados con su elaboración y aplicación en las preparaciones 170

IV. 1.2.1. Métodos tradicionales de elaboración del yeso grueso 174

IV. 1.2.2. Métodos tradicionales de elaboración del yeso mate 211

IV. 1.2.3. El yeso. Datos aportados por antigua documentación relacionados con su aplicación en las preparaciones 232

IV. 1.3. Otras utilidades del yeso 327

IV. 1.3.1. La pintura de sargas 348

IV. 2. Preparaciones blancas de la pintura sobre tabla: España y los países nórdicos. Empleo de carbonato cálcico 366

IV. 2.1. Carbonato cálcico. Datos aportados por antigua documentación relacionados con su naturaleza, elaboración y diversas aplicaciones 370

VI. 2.1.1. Fuentes de obtención de carbonato cálcico. Algunos datos aportados por tratadistas desde la Antigüedad	372
IV. 2.1.2. Utilización de carbonato cálcico, posiblemente en forma de creta, en las preparaciones de la pintura sobre tabla	397
IV. 2.1.3. Otras utilidades del carbonato cálcico, posiblemente empleado en forma de creta. Brocados aplicados. Utilización a modo de pigmento. Empleo de carbonato cálcico en la preparación de lienzos	427
IV. 2. 2. La cal. Métodos tradicionales de cocción de las calizas y de apagado de la cal viva	455
IV. 2.2.1. Algunas utilidades de la cal	480

CAPÍTULO V

Estudio morfológico y analítico de las preparaciones de yeso de la Escuela Española

V. 1. Estudio morfológico y analítico de las preparaciones a base de yeso de acuerdo a las investigaciones desarrolladas hasta el momento . . .	490
V. 2. Estudio morfológico y analítico de las preparaciones a base de yeso de la Escuela Española	496
V. 2.1. Estudio por MO, MEB-DEX. Resultados. Interpretación y discusión. . .	498
V. 2.1.1. Morfología y composición de las partículas de sulfato de calcio . .	512
V. 2.1.2. Estudio por FTIR de las fases constitutivas del yeso grueso	532
V. 2.1.3. Morfología y composición de los minerales más frecuentemente asociados al sulfato de calcio en los estratos de preparación	544
V. 2.1.4. Pureza del sulfato de calcio	565

CAPÍTULO VI***Reproducción de los métodos tradicionales de elaboración
de yeso grueso y mate de acuerdo a los antiguos tratados.******Efectos en la composición y morfología del yeso*** 571**VI. 1. Metodología** 578**VI. 2. Resultados** 580***VI. 2.1. Obtención del yeso grueso*** 580***VI. 2.2. Obtención del yeso mate*** 592**VI. 3. Estudio morfológico y analítico de yesos comerciales expendidos
bajo la denominación de «yeso mate» o «yeso de dorador»** 618**VI. 4. Preparación de muestras estratigráficas** 642**CONCLUSIONES** 657**BIBLIOGRAFÍA** 669

Introducción. Objetivos



La verdad no vino al mundo desnuda, sino que vino en forma de tipos e imágenes. No existe otra forma de recibir la verdad [...]. Evangelio de San Felipe

Introducción. Objetivos

Cada obra de arte constituye la integración de todo un conjunto de aspectos: Cestético, iconográfico, histórico y matérico, íntimamente relacionados entre sí.

De entre todos, es este último elemento el que habitualmente permite la expresión y percepción de los demás, ya que sustenta la imagen.

Resulta fundamental o, al menos, de gran importancia, para el conservador-restaurador el desarrollo de una minuciosa labor de documentación sobre el aspecto matérico de la obra, ya que éste permite dotar a la misma de una identidad más precisa, ubicándola en su contexto temporal y circunstancial. El conocimiento pormenorizado de los pigmentos, aglutinantes, secativos, cargas y, en general, procedimientos y técnicas específicas que pueden manifestarse en una obra determinada, colabora a la hora de descubrir en la misma la huella de un autor o escuela determinados e, incluso, una etapa dentro del período en que ejerció su labor como artesano o artista; asimismo, puede aportar rica información sobre las circunstancias o avatares que acaecieron en el transcurso de la creación de la obra y durante toda su historia material.

Por otra parte, el estudio de los materiales constituyentes de la obra de arte y de las interacciones de tipo físico-químico que se producen entre los mismos ayuda a comprender los factores de deterioro de la obra y, además, contribuye a que el profesional pueda establecer las condiciones ambientales óptimas para su conservación.

Desde tiempos ciertamente remotos, los artífices se han interesado por llegar a un conocimiento de los materiales que, en numerosas ocasiones, fue de carácter empírico. Esta búsqueda del saber derivó, en muchos casos, de la honda preocupación por la adecuada construcción de la obra, que queda reflejada en los tratados artísticos, donde se describe detalladamente la purificación cuidadosa de los aceites, la compatibilidad entre pigmentos, la elección de los mejores aglutinantes, la forma adecuada de barnizar las obras, etc.

Se escogían, por tanto, los más adecuados para el logro de sus fines estéticos y, al mismo tiempo, garantizar la permanencia de la obra, aunque también se ejecutaran obras con carácter efímero. Para ello, los materiales se sometían a complicados procesos de purificación o depuración en su demanda de calidad. Se persigue, considerándolo un aspecto fundamental, la nobleza de los útiles de pintura y su correcta aplicación. Las palabras de Cennino Cennini, escritas a fines del siglo XIV, y que hoy en día pudieran parecer ingenuas, ilustran espléndidamente lo expuesto:

Bene ti do questo consiglio, che ti sforzi d'adornare sempre d'oro fine e di buoni colori, massimamente in nella figura di Nostra Donna [...] e sarà il nome tuo sì buono in dar buon colori, che se un maestro arà un ducato d'una figura, a te en sarà proferto due, e verrai ad avere tua intenzione, come che proverbio antico sici: chi grossamente lavora, grossamente guadagna. E dove non en fussi ben pagato, Iddio e Nostra Donna te ne fa di bene all'anima e al corpo. [Yo te aconsejo que procures usar siempre oro puro y buenos colores, especialmente en la figura de Nuestra Señora [...] y se conocerá tanto tu nombre por buenos colores que si un maestro cobra un ducado por una figura, a ti te ofrecerán dos y verás que tu forma de actuar hará que se haga realidad el antiguo proverbio: el que trabaja a lo grande obtiene grandes ganancias. Y si en algo no fueses bien pagado, Dios y Nuestra Señora te recompensarán en beneficio del alma y del cuerpo.]¹

Aunque quizás este discurso no responda al sentir general, bien pudiera reflejar el de cierta parte de los artífices, que se prolonga centuria tras centuria. La indiferencia ante la calidad del material que pudiera evitar su deterioro a largo plazo es un concepto relativamente reciente.

¹ Texto original en CENNINI, C.: *Il libro dell'arte*, (ed. riveduta e corretta sui codici per cura di Renzo Simi), Lanciano, R. R. Carabba, 1913, p. 72. Traducción en CENNINI, C.: *El libro del arte*, (comentado y anotado por F. Brunello, trad. del italiano por Fernando Olmeda Latorre), Madrid, Akal, 1988, p. 140.

Entre los factores que determinan, en gran medida, la perdurabilidad de la obra de arte y en concreto de la pintura sobre tabla o lienzo se encuentra la aplicación de una preparación adecuada que constituya un sólido nexo entre los estratos pictóricos y el soporte. Juegan un papel fundamental tanto la naturaleza de los materiales empleados en esta labor, como la habilidad de los talleres artísticos para aplicar estas capas. Pese a la desatención general actual a estos temas, aún pervive para algunos autores el interés en la adecuada preparación de los soportes:

No debe considerarse la imprimación como una cosa secundaria, pues aunque no exija ninguna habilidad es de extraordinaria importancia y a veces decisiva para las manos posteriores.²

El presente estudio persigue una aproximación a los métodos de aplicación y características de los materiales utilizados en la elaboración de las capas de preparación de la pintura sobre tabla en España. Se presta en él especial atención a las compuestas por sulfato de calcio, ya que este material ha sido abundantemente empleado sobre este tipo de soporte. Razones de diversa índole, que serán comentadas con posterioridad, propiciaron su empleo en la Escuela Española.

Igualmente, se han reproducido los tratamientos a los que eran sometidos estos materiales, de acuerdo a las indicaciones de los antiguos tratadistas. Los productos obtenidos han sido caracterizados a partir de su correspondiente estudio morfológico y analítico. Esta caracterización ha sido realizada tanto sobre el material en polvo como sobre las capas obtenidas tras su aplicación a modo de preparación. Los resultados obtenidos han sido comparados con las características observadas en las preparaciones correspondientes a obra real. Además, se aportan numerosos datos relativos al empleo de estos materiales para otros fines, entre los que se encuentran la preparación de lienzos. Otro de los materiales estudiados—aunque con menor detalle—por su empleo en las preparaciones de obra española, ha sido el carbonato de calcio.

La metodología empleada en todo este estudio ha implicado la revisión de múltiples tratados y antiguas ordenanzas y manuscritos que se refieren a los diversos tipos de preparaciones. Del mismo modo, se ha examinado copiosa documentación relativa a investigaciones llevadas a cabo sobre preparaciones de obra real.

Las técnicas analíticas utilizadas en este estudio han sido: microscopía óptica (MO), microscopía electrónica de barrido (MEB), dispersión de energía de rayos X

² HILD, K. W.: *Manual del pintor decorador*, (vers. de la 3ª ed. alemana por R. F. Villa del Rey), Barcelona, Gustavo Gili, 1950, p. 286.

(DEX), difracción de rayos X (DRX) y espectroscopía infrarroja por transformada de Fourier (FTIR). Estas técnicas han sido aplicadas al estudio de las preparaciones de diversas obras de la Escuela Castellana de entre los siglos XV y XVII, constituidas fundamentalmente por sulfato de calcio y han aportado información sobre el número de estratos, morfología y densidades electrónicas de las partículas, así como la naturaleza de los componentes mayoritarios y minoritarios constitutivos de estos estratos de preparación. Algunas de estas técnicas se han empleado, igualmente, en el estudio de los materiales obtenidos mediante la puesta en práctica de las recetas recogidas en antiguos textos, en las que se describe el proceso seguido para elaborar los materiales constituyentes de las preparaciones.

Como paso previo al desarrollo de este amplio tema resulta, sin embargo, imprescindible, realizar previamente ciertas apreciaciones sobre los términos empleados para definir los estratos que integran las preparaciones. El siguiente capítulo tratará este tema.

CAPÍTULO I

Preparación, imprimación, conceptos



Cicerón quiere, que todos los que escriben y enseñan, comiencen por la definición de lo que tratan, dándola de modo, que según doctrina de Aristóteles, convenga con lo definido [...]. Vicente Carducho, Diálogos de la Pintura.

I. Preparación, imprimación, conceptos

Con el fin de que el soporte constituya una superficie idónea para recibir los subsiguientes estratos de pintura, se aplican habitualmente una o varias capas que se sitúan entre éste y la policromía. La importancia de estos estratos, como indica M. P. Merrifield es primordial, ya que sustentan los estratos pictóricos y, por tanto, la imagen:

There is nothing, perhaps, on which the durability of a picture so much depends as on the goodness of the ground. [No existe nada, quizás, que influya más sobre la durabilidad de una pintura que la bondad de la preparación.]¹

Una de las funciones de estas capas consiste en paliar los efectos negativos que el soporte y los factores medioambientales pudieran ejercer sobre la policromía. Contribuyen, asimismo, al aspecto estético de la obra al translucirse en numerosos casos. Si se trata de tabla o pintura sobre lienzo de hasta la segunda mitad del siglo XVI, los estratos preparatorios se aplican también en muchos casos con el objeto de ocultar la textura del soporte. Sin embargo, en cierto tipo de obras, especialmente en pintura sobre lienzo al temple que no va a estar fija, la preparación llega a ser inexistente. En la época de mayor difusión de la pintura sobre lienzo, no suele encubrir completamente la textura de los lienzos, ya que esta última aporta nuevas calidades pictóricas, acordes con las también más novedosas preferencias estéticas.

Función de las preparaciones

¹ MERRIFIELD, M. P.: *Original treatises on the arts of painting*, 2 vols, Nueva York, Dover, 1967, vol. 1, p. cclxxxi. Traducción de la autora de la tesis doctoral.

Asímismo, otro de los fines de los estratos preparatorios ha sido evitar que el soporte absorba en exceso el aglutinante de la policromía (cuando éste es oleoso), ya que podría deteriorarlo, especialmente cuando se trata de lienzo.

Como ya se ha indicado en la introducción, la preparación de los soportes constituía una de las fases de ejecución de las obras altamente valorada por los antiguos maestros, que tan gran interés consagraron a esta labor. Antonio Palomino en su tratado *El museo pictórico y escala óptica* (1715-1724) indica al respecto:

Y no importa menos que la total seguridad de la pintura, y su perpetuidad, como experimentamos (especialmente en los lienzos) destruidos originales muy peregrinos por la mala calidad de los aparejos, con gran dolor y quebranto de los apasionados.²

E incluso aún a comienzos del siglo XX se encuentran textos donde se aprecia el interés por los antiguos procedimientos. Entre ellos, la edición de 1908 de *La ciencia de la pintura* de J. G. Vivert, traducida por Miguel de Toro y Gómez, concede una importancia primordial a la calidad de las preparaciones, a la vez que destaca algunas de las cualidades que éstas deben presentar:

Depende pues en resumen de la cualidad del aparejo la conservación de la pintura. Pero no basta que dicho aparejo sea sólido: aunque lo fuera como el acero ó indestructible como el diamante, tendría además que ser menos frágil, pues si se desconcha, se agrieta ó se pulveriza, arrastraría la pintura tras sí. Debe ser además bastante flexible para prestarse á los esfuerzos que produce la pintura cuando se contrae al secarse, y bastante resistente para preservarla de los movimientos demasiado bruscos del lienzo ó tabla. Debe absorber el exceso de aceite ó de barniz que tenga la pintura. Es decir que debe obedecer á los menores caprichos de una y de otro, y tener, por decirlo así, todas las cualidades.³

*Términos con que
se designan los
estratos
preparatorios*

Para denominar estos estratos situados entre el soporte y la policromía suelen emplearse los siguientes sustantivos o expresiones: preparación, imprimación, aparejo, fondo, base y capa de impermeabilización.

² PALOMINO DE CASTRO Y VELASCO, Antonio: *El museo pictórico y escala óptica*, (ed. princ. de 1715-1724, Madrid), 3 tomos, Madrid, Aguilar, 1988, t. II, cap. III, VII, p. 134.

³ VIVERT, J. G.: *La ciencia de la pintura*, (vers. española por Miguel de Toro y Gómez) París, Sociedad de Ediciones Literarias y Artísticas, 1908, p. 141.

Existe cierta dificultad a la hora de diferenciar estos términos y los conceptos a los que se refieren, o bien de especificar qué estratos integran cada uno de ellos. Esta confusión en la utilización de los vocablos proviene de la ambigüedad que, tradicionalmente, ha caracterizado la terminología referente a los procedimientos pictóricos, de la existencia de múltiples traducciones a diferentes lenguas de textos relacionados con el ámbito artístico, así como de las diversas interpretaciones que surgen de los antiguos tratados.

Confusión respecto a la utilización de los términos empleados para designar los estratos preparatorios

Actualmente el término «preparación» es uno de los más empleados para referirse a todos los estratos situados entre el soporte y los estratos pictóricos, independientemente del tipo de aglutinante empleado en su elaboración. Otro de los más utilizados es «imprimación», que se conceptúa como una delgada capa al óleo, en ocasiones coloreada, aplicada sobre el dibujo subyacente (cuando éste existe) y generalmente sobre una base magra (yeso o creta aglutinados con cola animal), por lo que constituiría la capa o capas superiores de la estructura. En el presente estudio sobre las preparaciones de la pintura de caballete serán empleados estos términos de acuerdo a estas definiciones.

Sin embargo, estos vocablos no han tenido siempre el mismo significado. Así, «preparación», no suele aparecer en los tratados artísticos españoles, mientras que algunos de los más empleados han sido «aparejo» e «imprimación».

Términos empleados por los antiguos tratadistas

En el tratado de Antonio Palomino de Castro y Velasco *El museo pictórico y escala óptica* (1715-1724) y dentro del apartado *Índice de los términos privativos del arte de la pintura, y de sus definiciones según el orden alfabético con la versión latina, en beneficio de los extranjeros*, se encuentra ausente el vocablo «preparación». Aparece, sin embargo, el verbo «imprimir», definido de la siguiente manera:

Aquellas primeras manos, que se dan al lienzo, o a cualquier otra superficie, para disponerla apta, para pintar en ella: llámase también aparejar. Y llámase imprimir por ser la primera disposición para pintar.⁴

⁴ PALOMINO DE CASTRO Y VELASCO, Antonio, *op. cit.*, t. II, *Índice de términos*, p. 571.

Asimismo, describe la «imprimación» como

Aquellos ingredientes, con que se impriman o aparejan los lienzos.⁵

Otros autores, como Diego Antonio Rejón de Silva⁶ y Francisco Martínez⁷ (cuyas obras se editan en 1788) se refieren al término «imprimación» de forma muy similar a como lo hacía Antonio Palomino, suponiendo, en el caso de Rejón de Silva, la repetición literal de las palabras de este autor.

Estos tratadistas, por tanto, identifican ambos términos, «aparejar» e «imprimir», refiriéndose con ellos a todos los estratos comprendidos entre el soporte y la capa pictórica. Sin embargo, tanto Antonio Palomino como también Francisco Pacheco en su *Arte de la pintura* (1649), José García Hidalgo en *Principios para estudiar el nobilísimo y real arte de la pintura* (1693) o Vicente Carducho en sus *Dialogos de la pintura* (1633) al describir la forma en que se preparan las superficies para pintar, suelen emplear «aparejo» para los estratos de cola, ceniza, gacha de harina o yeso, aglutinados con cola y, por tanto, fundamentalmente magros, y el término «imprimadura» o «emprimadura» para los que están constituidos por tierras y se aglutinan con aceite de linaza, los cuales pueden constituir prácticamente toda la estructura o aplicarse sobre los magros⁸.

En la actualidad, pervive para numerosos estudiosos del arte el concepto de la «imprimación», que consiste en considerarla como toda capa situada entre el soporte

⁵ *Ibidem*.

⁶ REJÓN DE SILVA, Diego Antonio: *Diccionario de las nobles artes para instrucción de los aficionados, y uso de los profesores* (ed. facs. de la de la Imprenta de D. Antonio Espinosa, Segovia, 1788), Murcia, Consejería de Cultura y Educación de la Comunidad Autónoma, Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos, Departamento de Historia del Arte de la Universidad, Galería-Librería Yerba, Caja Murcia, 1985, p. 122.

⁷ MARTÍNEZ, Francisco: *Introducción al conocimiento de las bellas artes, ó Diccionario manual de pintura, escultura, arquitectura, grabado, &c.* (ed. facs. de la de Madrid, Viuda de Escribano, 1788 que incluye el apartado denominado: *Los diccionarios con términos de la construcción*, de M. Alvar Ezquerro), Málaga, Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos, 1989, p. 126.

⁸ PALOMINO DE CASTRO Y VELASCO, Antonio, *op. cit.*, t. II, cap. 3, III-VII, pp. 127-134. V. también: PACHECO, Francisco: *Arte de la Pintura*, (ed. princ. Sevilla, 1649, ed. actual, introducción y n. de Bonaventura Bassegoda i Hugas), Madrid, Cátedra, 1990, (Arte. Grandes Temas), libro tercero, cap. V, pp. 480-482 y los tratados de Vicente Carducho y José García Hidalgo en CALVO SERRALLER, F. C.: *Teoría de la pintura del siglo de oro*, (ed., pról. y n. de F. Calvo Serraller), Madrid, Cátedra, 1981, pp. 380 y 613-614, respectivamente. Algunos de estos autores emplean los términos «emprimadura» y «emprimir».

y los estratos pictóricos. Así, Ignacio Ceballos Jiménez [y otros] continúan en esta línea describiendo el término mediante la fórmula:

Fina capa de yeso disuelto con cola y extendido sobre una tabla o lienzo para preparar la superficie antes de ser pintada. En el siglo XVII, [...] se utilizaron otros tipos más ligeros y elásticos para la imprimación a base de albayalde y óleo de lino cocido.⁹

Como puede observarse, el autor lo emplea independientemente del carácter magro o graso de los estratos.

Cuando se recurre a bibliografía extranjera, especialmente si está traducida, la variedad y confusión de los términos puede incrementarse. Por ejemplo, el traductor del diccionario de Peter Murray interpreta el término «ground» como «fondo», muy utilizado también dentro de la terminología castellana empleada para estos conceptos:

Algunos términos empleados en la bibliografía extranjera y su traducción al castellano

Is the surface on which a painting is made. If on canvas, the ground is usually white oil paint, sometimes with a tinted layer on top; [...]. Some [...] artists do not use a ground and paint direct on to the support. [Es la superficie sobre la que se ejecuta la pintura. Si se trata de un lienzo, el fondo suele consistir de una capa de pintura al óleo blanca, a veces recubierta de otra capa coloreada [...]. Algunos artistas [...] no emplean fondo alguno, y pintan directamente sobre el soporte [...]]¹⁰

El mismo traductor identifica con «imprimación» el vocablo «priming», a lo que quizás contribuye la similitud entre ambos. Éste último es definido a su vez de forma similar a «ground»:

Priming: The first coat on which all subsequent paint layers [...] are applied. For oil painting on canvas, the sized canvas is usually primed with white lead, either plain or slightly tinted. [Imprimación: Es la primera capa sobre la cual se aplican todas las capas de pintura subsiguientes. Para la pintura al óleo sobre lienzo se efectúa la

⁹ CEBALLOS JIMÉNEZ, I., GONZÁLEZ PUJANA, L. y CANTALEJO RUIZ, S.: *Diccionario de términos artísticos*, Madrid, Imp. Frama, 1978, p. 117.

¹⁰ MURRAY, P. & L.: *A dictionary of art and artists*, Australia, Penguin Books, reimpresión 1962, p. 143. V. asimismo la edición castellana: MURRAY, P. & L.: *Diccionario de arte y artistas*, Barcelona, Instituto Parramón, 1º ed. 1978, p. 203.

imprimación de éste con albayalde, tal cual o bien teñido ligeramente.]¹¹

En general, la terminología inglesa suele emplear los vocablos «ground», «priming» e «imprimatura». Los dos primeros se conceptúan generalmente de acuerdo al sentido con que se valora el término «preparación» en este estudio. Se considera, por tanto, que engloban todos los estratos entre soporte y capa pictórica, y se traducen generalmente como «base», «preparación» o «imprimación». El tercero, «imprimatura», o no se traduce, o suele traducirse como «imprimación» (entendiéndose generalmente que constituye el último estrato de la preparación, delgado, y en ocasiones coloreado)¹².

El traductor del texto de Ralph Mayer *The artist's handbook of materials and techniques* emplea el vocablo «base», que es considerado, además, sinónimo de «imprimación»:

The material upon which an oil or tempera painting is executed is divided into two parts, namely, the actual surface or ground, and the support which is the foundation, backing or carrier for this surface. [El material sobre el que se ejecuta una pintura al óleo o al temple se divide en dos partes: la imprimación o base, y el soporte sobre el que está dicha superficie.]¹³

Ralph Mayer emplea además el vocablo italiano «imprimatura» refiriendo:

In order to work on a colored ground and still retain the optical advantages of the brilliant white gesso or oil ground, painters have, from the earliest days, brushed or pounced a thin transparent glaze or imprimatura over the white surface; such a coating must be transparent, must consist of colors ground in a material which will not cause structural failure, and must be applied as thin as possible. [Para trabajar sobre una base coloreada, conservando al mismo tiempo las ventajas ópticas del gesso o de una base al óleo, blanca y brillante, los pintores

¹¹ Para la edición australiana, *ibidem*, p. 257. Como ha podido observarse, la edición del Instituto Parramón ha traducido el término «priming» por el castellano «imprimación». V. *ibidem*, p. 290.

¹² *The dictionary of art*, 34 vols., England, Grove, 1996, vol. 13, pp. 705-709, vol. 15, p. 158, vol. 25, p. 581.

¹³ MAYER, R.: *The artist's handbook of materials and techniques*, (ed. by Edwin Smith), Reino Unido, Faber and Faber, 4ª ed. 1982, p. 255. La traducción aportada corresponde a la siguiente edición en castellano: MAYER, R.: *Materiales y Técnicas del Arte*, (trad. Juan Manuel Ibeas), Madrid, Herman Blume, 2ª ed. española 1993, p. 307.

han aplicado, desde tiempos muy antiguos, una fina veladura transparente o imprimatura sobre la superficie blanca; esta capa debe ser transparente, debe ser de un material que no provoque fallos estructurales y debe aplicarse lo más fina que sea posible.]¹⁴

En el primer párrafo, por tanto, este autor continúa en la línea de los anteriores. En el segundo, el término italiano «imprimatura», que no se ha traducido, viene a aproximarse en cierta medida al otro concepto de «imprimación» mencionado anteriormente (estrato delgado sobre otros estratos).

Algunas otras ediciones españolas de diccionarios técnicos como *The Oxford dictionary of art*, de Ian Chilvers [y otros], traducen el término «priming» como «imprimación» y lo identifican con el fino estrato que en párrafos anteriores se definía con el vocablo «imprimatura»:

Priming: A thin layer applied on top of the ground to make it more suitable to receive paint. For example, if the ground is too absorbent the priming may make it less so, or the priming may supply a tint. [Imprimación: Capa fina de color transparente aplicada a un soporte. Reduce la capacidad de absorción del fondo y se puede utilizar también como mediatinta en pintura.]¹⁵

Además, los traductores de Chilvers interpretan «ground» como «fondo» y consideran que este último término es además sinónimo de «imprimación»:

Ground: [...] surface or support on which a painting or drawing is executed [...] or more speccifically, the prepared surface on which the colours are laid and which is applied to the panel, canvas, or other support before the picture is begun.[...] superficie o soporte sobre el que se ejecuta una pintura o dibujo [...] o más específicamente el fondo es la superficie preparada sobre la que se disponen los colores; dicha preparación, también denominada imprimación, se aplica a la tabla, lienzo o cualquier otro soporte antes de empezar a pintar.]¹⁶

¹⁴ *Ibidem* de la edición británica, p. 336. La traducción corresponde a la edición española citada, pp. 289-290.

¹⁵ CHILVERS, I., OSBORNE, H. y FARR, D.: *The Oxford dictionary of art*, USA, Oxford Univesity Press, 1988, p. 401. La versión española la aporta Alberto Adell y otros: CHILVERS, I., OSBORNE, H. y FARR, D.: *Diccionario de arte*, (trad. Alberto Adell y otros, adapt. Elena Luxán y otros), Madrid, Alianza, 1992, p. 363.

¹⁶ En la ed. estadounidense, v. *ibidem*, p. 222. V., asimismo, la ed. española, en *ibidem*, p. 264.

La confusión se incrementa aún más cuando además Chilvers hace referencia al término «imprimatura» definiéndolo de la misma manera que el vocablo «priming»¹⁷.

Por otra parte, como dato que puede resultar de interés, en la consulta de bibliografía francesa, Philip Hendy y A. S. Lucas, en su artículo *Les préparations des peintures*, emplean para definir estos estratos los términos «couche isolante de colle», «préparation» e «impression». Para estos autores, la «préparation» está integrada por todos los estratos preparatorios, incluyendo la «impression». Esta última está conceptuada como una delgada capa coloreada situada en la parte superior de la estructura. La traducción de éstos términos podría interpretarse respectivamente como «capa aislante de cola», «preparación» e «imprimación»¹⁸.

La terminología italiana relativa a los estratos preparatorios es similar, tanto a la francesa como a la española. Los textos actuales suelen emplear los términos «preparazione» y «strati preparatori» para referirse a la preparación, en general¹⁹. Además, en los tratados artísticos aparece frecuentemente el vocablo «mestica»²⁰, que puede referirse prácticamente a todos los estratos de la preparación o al superior de la misma y suele aludir a una capa aglutinada al óleo, e «imprimatura»²¹, que aparece empleada con el mismo sentido. Como ha podido comprobarse en párrafos anteriores, algunos autores emplean este último término, aún cuando no se trate de textos en italiano.

Dejando al margen alguno de los términos mencionados, en el presente trabajo se hará alusión a los vocablos «preparación» e «imprimación» (evitándose generalmente el término «fondo»), conceptuándolos según se indicó al comienzo de

Empleo de los
términos en la
presente tesis
doctoral

¹⁷ Edición estadounidense, de CHILVERS, I., *op. cit.*, p. 251.

¹⁸ HENDY, P. y LUCAS, A. S.: “Les préparations des peintures”, *Museum*, vol. XXI, nº 4, 1968, 245-257.

¹⁹ BERNINI, D.: *Laboratorio di restauro 2*, Roma, Ministero per i Beni Culturali e Ambientali Soprintendenza per: Beni Artistici e Storici di Roma, 1988, pp. 48, 76, 107, 118. CREMONIESI, P.: *Materiali e metodi per la pulitura di opera policrome*, [s. l.], Paolo Cremonesi, 1997.

²⁰ BORGHINI, R.: *Il riposo*, (2 t.), [(ed. facs. de la ed. princ. de Fiorenza, Giordano Morecottti, 1584 (vol. XIII), rec. e índ. analítico de Mario Rosci (vol. XIV)], Milán, Labor, 1967, (Gli Storici della Letteratura Artistica Italiana), vol. XIII, libro segundo, p. 174.

²¹ ARMENINI, Giovan Battista: *De veri precetti della pittura* (pref. Enrico Caltelnuovo, ed. de Marina Gorreri, ed. princ. de Rávena, 1586), Turín, Giuli Einaudi Editore, 1988, libro segundo, cap. noveno, p. 142. ARMENINI, Giovanni Battista: *De los verdaderos preceptos de la pintura*, (int., trad. y n. de M^a Carmen Bernárdez Sanchís), Madrid, Visor Libros, 2000, libro segundo, cap. noveno, p. 170.

este capítulo y de acuerdo a las referencias que aporta el *Diccionario Larousse de la Pintura*, que emplea el vocablo «preparación» para denominar todos aquellos estratos situados entre el soporte y la capa pictórica. Este diccionario indica que la «preparación» puede estar formada únicamente por una mano de cola, o bien llegar a estructurarse mediante la aplicación de una primera capa aislante de cola sobre el soporte, los estratos de yeso u otros materiales en adición a la cola y, por último, la capa de «imprimación»²², que define de este modo:

Capa de color opaco, de tono liso, que recubre uniformemente la primera mano y se destina a proteger y preparar el efecto de la pintura propiamente dicha. La imprimación [...] fue muy empleada a partir de la segunda mitad del siglo XVI. Era preferentemente roja, parda o parda-negra.²³

Diversos estudios técnicos se sitúan en una línea similar. Richard Newman, entiende el término «preparación» como:

[...] todas las capas –pigmento y aglutinante o aglutinante casi puro– que se extienden sobre el soporte para ponerlo en condiciones de recibir las capas de pintura.²⁴

Así pues, se entenderá la «preparación» como todo estrato (magro o graso) situado entre el soporte y capa pictórica. Por otra parte, en algunos momentos se empleará el término «preparación» aludiendo fundamentalmente a la parte más importante de la estructura²⁵. Así, podrán denominarse «preparaciones blancas» las constituidas por estratos magros de yeso o creta y cola, sobre los que puede haberse aplicado o no una «imprimación» coloreada, y «preparaciones coloreadas» las compuestas fundamentalmente por estratos grasos y tierras u otros pigmentos.

*Empleo del
término
«preparación»
en la presente
tesis doctoral*

En ocasiones, las capas de «preparación» presentan una estructura doble, constituida por capas de composición similar. Cuando el espesor del estrato superior

²² *Diccionario Larousse de la Pintura*, (realización de Salvador Jiménez y otros), Barcelona, Editorial Planeta–Agostini, 1ª ed., 1988, p. 981.

²³ *Ibidem*, pp. 1639-1640.

²⁴ MCKIM-SMITH, G. y NEWMAN, R.: *Ciencia e historia del arte. Velázquez en el Prado*. Madrid, Museo del Prado, 1993, p. 129.

²⁵ GONZÁLEZ LÓPEZ, M. J.: “La preparación e imprimación de los soportes pictóricos de madera y tela según la visión de algunos de los principales tratadistas de la historia de la pintura”, *IX Congreso de Conservación y Restauración de Bienes Culturales*, Sevilla, 17-20 de septiembre de 1992, 169-185.

de la preparación se aproxime al del inferior, se denominarán parte superior e inferior de la preparación. Sin embargo, se usará el término «imprimación» cuando el estrato superior sea especialmente delgado. No se aplicará este término, por tanto, a las preparaciones al aceite, tal como lo empleaban los antiguos tratadistas, con el fin de evitar una mayor confusión.

Empleo del
término
«imprimación»
en la presente
tesis doctoral

El término «imprimación», por tanto, se conceptuará como una capa delgada, aplicada sobre las anteriores, que puede establecer valores tonales que servirán de color de base. De los estratos de preparación en una tabla constituye, por tanto, cuando existe, la fase ulterior. Estos estratos pueden presentar colores diversos: blanco, grisáceo, verdoso, amarillento, rojizo o pardo rojizo. Además de aportar color, en algunos casos, la «imprimación», aglutinada al óleo, reduce la absorbencia del aceite de los estratos grasos correspondientes a la capa pictórica por parte de los estratos magros de la preparación. En el presente estudio podrá denominarse capa de «imprimación» a estos estratos, incluso en los casos en que no ocupen toda la superficie de la obra y puedan considerarse prácticamente como parte de los estratos pictóricos.

Para finalizar, diversos estudios suelen mencionar también la «capa de impermeabilización» (o «sellado»), que es diferenciada de la «imprimación» en base a que suele darse la ausencia de pigmento en la primera, consistiendo su composición fundamentalmente en aglutinante (aceite secante o cola). La función fundamental de la capa de «impermeabilización» consistiría, como su nombre indica, en evitar que el aceite de la capa pictórica penetre excesivamente en los estratos magros situados bajo la misma. De este modo evita que el soporte se deteriore a la vez que los estratos pictóricos conservan su aglutinante oleoso²⁶. Antonio Palomino se refiere a este estrato (de cola) indicando que se aplicaba, una vez lijado el yeso mate, sobre éste, y como paso previo a la mano o manos de imprimación al óleo²⁷.

Cuando existen la capa de «impermeabilización» y la de «imprimación» la primera se sitúa bajo la segunda, con lo que la función de esta última ya no consiste en reducir la absorción de los estratos magros, sino que se limita a aportar sobre todo un fondo coloreado bajo los estratos pictóricos.

²⁶ Entre estos estudios pueden destacarse los siguientes: DÍAZ MARTOS, A. y CABRERA GARRIDO, J. M.: “La Virgen de la mosca de la Colegiata de Toro (Zamora)”, *Informes y trabajos del Instituto de Conservación y Restauración de Obras de Arte, Arqueología y Etnología*, nº 6, 1966, 7-45 y GARRIDO, M. C.: “Contribución al estudio de la obra de Pedro Berruguete, utilizando los métodos físico-químicos de examen científico: La Anunciación de la Cartuja de Miraflores (Burgos)”, *Archivo español de arte*, vol. II, 203, Madrid, 1978, 307-322.

²⁷ PALOMINO DE CASTRO Y VELASCO, Antonio, *op. cit.*, t. II, cap. III, VI, pp. 131-132.

CAPÍTULO II

Materiales.

Sulfato cálcico y carbonato cálcico



Los que escribieron sobre las piedras [...] dijeron de cada una de qué color era y de qué tamaño y qué virtud tenía y en qué lugar la hallaba; y así hicieron otros muchos sabios que en estas cosas tocaron. Mas entre aquellos hubo algunos que se metieron más a saber el hecho de ellas y pensaron que no les bastaba conocer su color, su tamaño y su virtud [...]. Alfonso X el Sabio. Lapidario.

II. Materiales. Sulfato cálcico y carbonato cálcico

Sulfato cálcico y carbonato cálcico forman parte, junto a otras materias, de las comúnmente denominadas sustancias inertes, cargas, pigmentos no cubrientes, pigmentos inertes o simplemente inertes. Esta última denominación alude a su estabilidad química, por lo que suelen adicionarse a diversos pigmentos con el fin de abaratar o aumentar el volumen de producción sin modificar la composición química del material al que acompañan. *Inertes*

Estos materiales no son considerados auténticos pigmentos, aunque en algunos casos se han utilizado como tales. Son sustancias de color blanco y bajo índice de refracción¹ que presentan escaso poder cubriente o baja opacidad cuando se aglutinan con un medio oleoso.

¹ El índice de refracción es una propiedad física de las sustancias que está directamente relacionada con el fenómeno de refracción, el cual a su vez se define como la variación que experimenta la velocidad de la luz cuando pasa de un medio a otro de naturaleza distinta; este cambio de velocidad se pone de manifiesto mediante una desviación en la dirección de propagación de la luz. Según esto, el índice de refracción de una sustancia se define como el cociente entre la velocidad de la luz en el vacío y la velocidad de la luz cuando pasa a través de dicha sustancia. Cuando un medio es homogéneo e isótropo, la velocidad de propagación de la luz es la misma en todos sus puntos, por lo que su índice de refracción tiene un valor constante y único (n). Por el contrario si el medio es anisótropo, la velocidad de la luz variará dependiendo de la dirección de propagación y, en este caso, para una misma sustancia existen distintos valores de índices de refracción. Este segundo comportamiento es característico de las sustancias de estructura cristalina (excepto aquellas que cristalizan en el sistema cúbico) tales como los pigmentos, que pueden presentar dos valores de índice de refracción, representados con las letras « ω » y « ϵ » (cristales uniáxicos; sistemas tetragonal y hexagonal), o bien tres valores, representados como « α », « β », « γ » (cristales biáxicos; sistemas

Poder cubriente

Cuando la luz pasa de un medio a otro experimenta una desviación en su trayectoria que es tanto más elevada cuanto mayor es la diferencia entre los índices de refracción de ambos medios. Al incrementarse esta desviación y ser, por tanto, más importante la refracción de la luz, el poder cubriente del medio será más elevado. Por ello, el poder cubriente de un material viene determinado por su índice de refracción y el de la sustancia que lo envuelve. Cuanto mayor sea la similitud existente entre los valores de los índices de refracción del pigmento y del aglutinante que le rodea, mayor será la transparencia del pigmento.

Índice de refracción

Tanto el yeso como la anhidrita natural son anisótropos y por tanto presentan diversos valores de índices de refracción; así, los que corresponden al yeso son $\alpha=1,520$, $\beta=1,523$ y $\gamma=1,530$ y para la anhidrita natural son $\alpha=1,570$, $\beta=1,575$ y $\gamma=1,614$. Otro tanto ocurre con la calcita $\omega=1,658$ y $\varepsilon=1,486$ y la dolomita $\omega=1,681$ y $\varepsilon=1,500^2$. Todos estos valores son muy similares a los del aceite de linaza ($n_{\text{aceite virgen}}=1,48$, $n_{\text{aceite envejecido}}=1,57$) por lo que, cuando se mezclan con este aglutinante, su poder cubriente disminuye. A su vez, el índice de refracción de la cola animal es de 1,630, por lo que, según lo anterior, con este aglutinante tampoco tendrían poder cubriente suficiente³. Sin embargo, en este caso, el mecanismo por el que se produce el secado de la película (evaporación del agua) da lugar a una ligera contracción de la misma y a un mayor contacto entre las partículas de pigmento y el aire, lo que permite que estas cargas mantengan su opacidad⁴.

Precisamente esta particularidad, junto a su estabilidad y economía, han propiciado la amplísima utilización de estos materiales, aglutinados con cola animal, en las preparaciones de pintura sobre tabla y lienzo.

Otro de los ámbitos más importantes en los que el yeso ha sido tradicionalmente utilizado y sigue siendo empleado en la actualidad, es el de la construcción. En este campo, resulta fundamental la propiedad de fraguar y

ortorrómbico, monoclinico y triclinico). BURBANO, S., BURBANO, E. y GRACIA, C.: *Física General*, Zaragoza, Mira, 1993, pp. 688-689. GETTENS, R. J. y STOUT, G. L.: *Paintings Materials. A short Encyclopedia*, Nueva York, Dover, 1966, pp. 144, 147-148d.

² KLEIN, C. y HURLBUT, C. S.: *Manual de mineralogía*, 2 t., (basado en la obra de J. Dana, vers. española de J. Aguilar Peris), Barcelona, etc., Reverté, 4ª ed., 2003, t. II, pp. 451, 461, 473-475.

³ MC MEEKIN, T.L, GROVES, M. L. y HIPPI, N. J.: "Refractive indices of amino acids, proteins and related substances", *Journal advances in chemistry Series*, 44, 1964, 54-66.

⁴ GÓMEZ, M. L.: *La Restauración. Examen científico aplicado a la conservación de obras de arte*, Madrid, Cátedra, 2ª ed., 2000, (Cuadernos de Arte Cátedra), pp. 75-77.

endurecer que presentan los productos resultantes de la deshidratación total o parcial del yeso.

II. 1. Sulfato cálcico. Características

Resulta de gran utilidad para el profesional conservador-restaurador conocer ciertas características del yeso y la anhidrita, ya que éstos son algunos de los materiales más utilizados en el ámbito artístico y, en concreto, en el campo de la pintura. Por un lado, su estudio permite interpretar las indicaciones de algunos tratados artísticos que hacen referencia al uso de tipos específicos de yeso en la preparación de las tablas. Por otra parte, puede ser conveniente adquirir ciertas nociones de los compuestos que pueden aparecer asociados a estos materiales, así como de los cambios que experimenta el yeso durante su tratamiento calórico. Este conocimiento permite interpretar adecuadamente los datos que aportan los diferentes métodos de análisis que habitualmente se emplean para su estudio, tales como la microscopía óptica (MO) y microscopía electrónica de barrido (MEB).

El yeso ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)⁵ aparece en la naturaleza en forma de distintas variedades morfológicas⁶ (fig. 1), entre las que se encuentran la ordinaria o común, *Variedades de yeso* que no presenta señales de cristalización, alabastro, yeso espumoso (masas escamosas), espejuelo o especular, bucles de yeso (cristales ondulados), sericolita (yeso fibroso), etc. El alabastro es una variedad de piedra de yeso policristalina constituida por cristales de este mineral de un tamaño inferior a 0,1 mm⁷; aparece en forma de masas granulares o sacaroideas. El yeso fibroso aparece cristalizado en forma de fibras, que le dan un aspecto sedoso. El especular o espejuelo es un yeso

⁵ Normalmente, el yeso aparece en la naturaleza como sulfato cálcico dihidratado ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), aunque también puede existir como parcialmente deshidratado (hemihidrato - $\text{CaSO}_4 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$) y totalmente deshidratado (anhidrita - CaSO_4). Para la elaboración del yeso utilizado en la construcción suele partirse del yeso dihidrato, como se verá más adelante.

⁶ Todas las imágenes de minerales y rocas de este capítulo han sido tomadas por la autora de la tesis doctoral.

⁷ NAVARRO GASCÓN, J. V.: "Introducción al estudio y clasificación de las rocas", en el *Curso sobre restauración de piedra*, M. F. A., Madrid, 23-27 de marzo de 1998, p. 13.

transparente que se exfolia con facilidad en láminas brillantes⁸. También se denomina selenita esta variedad transparente⁹. De todas estas variedades, posiblemente las más importantes para el estudio de las preparaciones son el yeso especular y el alabastro, ya que son mencionadas con frecuencia –especialmente la primera– en los tratados artísticos, como se verá en el capítulo IV.

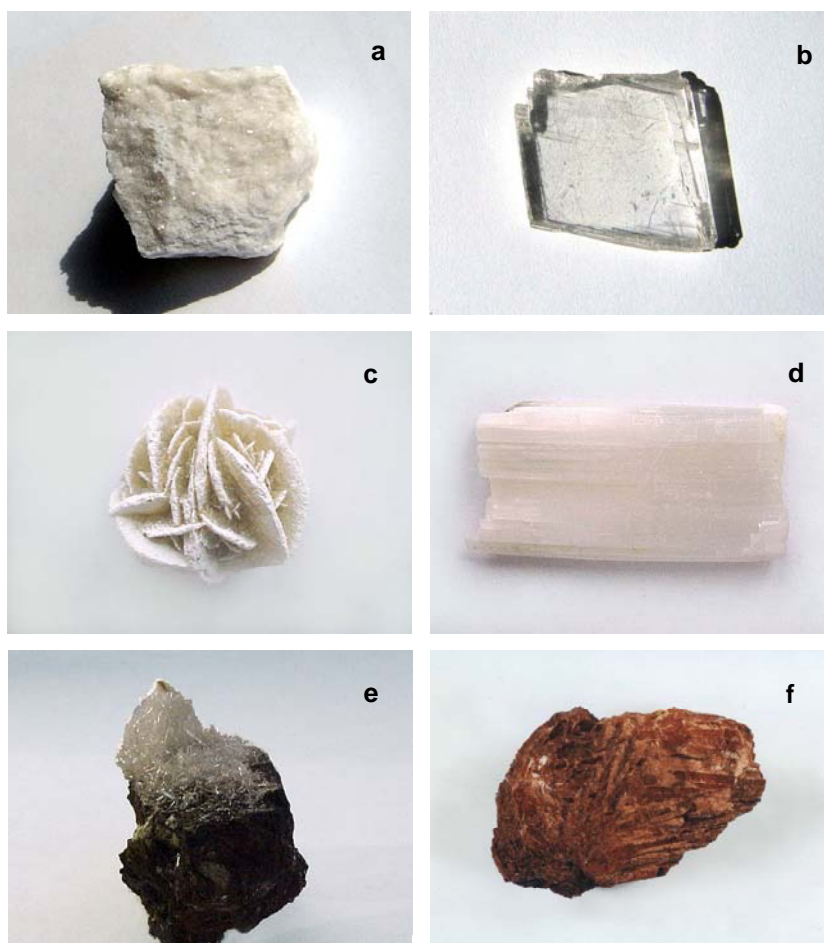


Fig. 1. Variedades de yeso: a) Alabastro yesoso. b) Yeso especular. c) Rosa del desierto. d) Yeso fibroso. e) Yeso cristal. f) Yeso rojo.

⁸ VILLANUEVA DOMÍNGUEZ, L. de y GARCÍA SANTOS, A.: *Manual del yeso*, Madrid, Dossat, 2001, p. 23. ARREDONDO Y VERDÚ, F.: “Yesos y cales”, Madrid, *Obras Públicas*, Servicio de Publicaciones E.T.S. Ingenieros de Caminos, 1991, p. 3.

⁹ MOTTANA, A., CRESPI, R. y LIBORIO, G.: *Guía de minerales y rocas*, (trad. de Mercè Serrano y Ferrán Vallespinós), Barcelona, Grijalbo, 1975, ficha 125. VILLANUEVA DOMÍNGUEZ, L. de y GARCÍA SANTOS, A., *op. cit.*, p. 23.

Los cristales de yeso suelen ser tabulares, aciculares, lenticulares, rosetas (rosa del desierto), etc. y pueden presentar maclas en punta de flecha (típica de cristales prismáticos y tabulares) y de punta de lanza (común en los lenticulares)¹⁰ (Fig. 2).

Morfología de los cristales de yeso

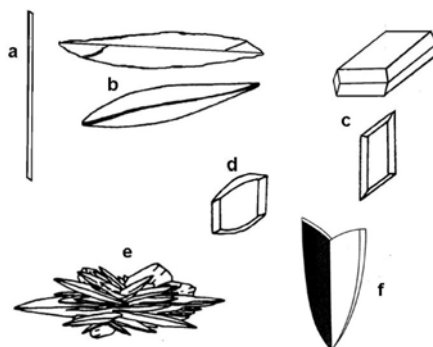


Fig. 2. La imagen muestra algunas de las formas que suelen presentar los cristales de yeso¹¹.

a) Yeso acicular. b) Lenticular. c) Prismático. d) Prismático/lenticular. e) Roseta. f) Macla en punta de lanza.

La piedra ordinaria de yeso es denominada en algunos textos «yeso calizo». Respecto al término «algez», se emplea abundantemente para la piedra de yeso en cualquiera de sus variedades¹².

¹⁰ MOTTANA, A., CRESPI, R. y LIBORIO, G., *op. cit.*, ficha 125. CARENAS, B. y MARFIL, R.: “Petrografía y geoquímica de yesos actuales continentales de la región manchega”, *Estudios geológicos*, 35, 1979, 77-91 (v. especialmente las pp. 79-80). CARENAS FERNÁNDEZ, B.: *Petrografía y geoquímica de los yesos actuales continentales. Comparación con depósitos antiguos*, tesis de licenciatura, Universidad Complutense de Madrid, 1977, 020-028. CARENAS, B., MARFIL, R. y DE LA PEÑA, J. A.: “Modes of formation and diagnostic features of recent gypsum in a continental environment, La Mancha, (Spain)”, *Estudios Geológicos*, 38, 1982, 345-359. Quizás resulte conveniente para el lector menos familiarizado con los términos referentes a la morfología de los cristales, explicar, de manera muy sencilla, que los cristales prismáticos presentan forma de prisma, los tabulares, de tabla, los aciculares son aquellos que presentan hábito muy alargado, los lenticulares tienen forma de lenteja y las maclas son cuerpos constituidos por dos o más cristales asociados simétricamente. V. MOTTANA, A., CRESPI, R. y LIBORIO, G., *op. cit.*, pp. 595, 604. *Nueva Enciclopedia Larousse*, 10 vols., Barcelona, Planeta, 1981, vol. 6, p. 6023.

¹¹ Estas imágenes han sido extraídas de diferentes textos. V. CODY, R. D. y CODY, A. M.: “Gypsum nucleation and crystal morphology in analog saline terrestrial environments”, *Journal of sedimentary petrology*, vol. 58, nº 2, marzo 1988, 247-255. V., especialmente, la p. 253. MOTTANA, A., CRESPI, R. y LIBORIO, G., *op. cit.*, p. 37. CARENAS, B. y MARFIL, R., *op. cit.*, p. 80. Sobre los hábitos cristalinos y maclas puede, asimismo consultarse ARCHE, A. (coord.): *Sedimentología*, t. II, Madrid, C.S.I.C., 1989, pp. 110-111.

¹² ORÚS, F.: *Materiales de construcción*, Madrid, Dossat, 7ª ed., 1985, p. 122. ARREDONDO Y VERDÚ, F., *op. cit.*, p. 2. El *Diccionario de Autoridades* indica: «Algez- m. Lo mismo que hyeso.

Yacimientos de
yeso en España

Existen grandes cantidades de yeso en Francia, Suiza, Estados Unidos y México. La España yesífera ocupa aproximadamente el 58,5 por 100 de la superficie española, y corresponde fundamentalmente a la mitad oriental de la Península Ibérica así como a las Islas Baleares (fig. 3).



Fig. 3. La imagen muestra la España yesífera de acuerdo a J. Burg, M. López y J. Monjo¹³.

Las provincias que carecen de yeso son León, Zamora, Salamanca, Ávila, Huelva y las de Galicia y Extremadura. En Guadalajara, Teruel, Gerona y Barcelona se sitúan yacimientos de alabastro yesoso. En la isla de León (Cádiz) se halla en forma de grandes placas transparentes. En Cuenca, Castellón y Almería puede

Es voz tomada de los Arabes, que assi llaman al hyeso, y oy se se conserva en Aragón, Murcia, y partes circunvecinas. Covarr. En su Diccionario dice Algèr, pero es equivocación, ò errata de la Imprenta. Lat. Gypsum, i». REAL ACADEMIA ESPAÑOLA: *Diccionario de Autoridades. Diccionario de la lengua castellana, en que se explica el verdadero sentido de las voces, su naturaleza y calidad, con las frases o modos de hablar, los proverbios o refranes, y otras cosas convenientes al uso de la lengua*, (compuesto por la Real Academia Española, ed. facs. de la de Madrid, 1726), 3 vols., Madrid, Gredos, 1984, tomo 1º, p. 204.

¹³ BURG HOHN, J., LÓPEZ BLÁNQUEZ, M. y MONJO CARRIÓ, J.: *El yeso en España y sus aplicaciones en la construcción*, Madrid, Asociación de Investigación de la Construcción, 1976, p. 5. Puede verse otro mapa de la España yesífera en RIBA ARTERIU, O. y MACAU VILAR, F.: "Situación, características y extensión de los terrenos yesíferos en España", *Coloquio Internacional sobre Obras Públicas en los Terrenos Yesíferos*, Madrid, Sevilla, Zaragoza, Servicio Geológico de Obras Públicas, 1962, 5-33, p. 18v.

aparecer en forma de grandes cristales. En Valencia se encuentra yeso rojo, en Madrid (Vallecas, Vicálvaro) yeso fibroso, etc. Debido, por tanto, a la abundancia de yacimientos así como a su calidad, España es uno de los mayores productores mundiales de yeso, tras Estados Unidos y China¹⁴.

El término «yeso» tiene una doble acepción, ya que se aplica tanto al mineral como a la roca¹⁵.

Generalmente se admite que el yeso tiene origen sedimentario y se ha formado por la desecación de cuencas saladas, por lo que es una roca sedimentaria química, de la clase evaporita salina. Asimismo puede también generarse por hidratación de la anhidrita o la acción de aguas sulfurosas sobre calizas o tobas volcánicas¹⁶. Atendiendo a la primera posibilidad, los depósitos de yeso y anhidrita se originan a partir de la evaporación del agua de soluciones sobresaturadas que ocupaban mares poco profundos. Primeramente se depositarían los carbonatos, después los sulfatos y, por último, los cloruros, de acuerdo a la progresiva solubilidad de estos compuestos¹⁷. En España, tras el plegamiento herciniano¹⁸ la parte occidental de la Península Ibérica se mantiene emergida, mientras que en la oriental pudieron formarse depósitos salinos propicios a la formación de yeso y

¹⁴ ORÚS, F., *op. cit.*, p. 122. *Rocas y minerales industriales de España*, 25/05/02.

<http://www.uclm.es/users/higuera/yymm/RMIE.htm>

BURG HOHN, J., LÓPEZ BLÁNQUEZ, M. y MONJO CARRIÓN, J., *op. cit.*, pp. 3-5. RIBA ARTERIU, O. y MACAU VILAR, F., pp. 23-26.

¹⁵ El yeso aparece en forma de mineral y roca. La *Guía de minerales y rocas* define los minerales como «[...] sustancias naturales sólidas, formadas mediante procesos inorgánicos, y que constituyen una parte más o menos importante de la Tierra [...]. Se caracterizan por la posesión de unas propiedades físicas homogéneas [...], por una composición química característica, que puede ser variable pero que siempre está bien definida y, sobre todo, por el hecho de poseer una disposición atómica (retículo cristalino) fija y característica para cada mineral». El mismo texto describe las rocas como agregados naturales constituidos por uno o varios minerales, en los que pueden participar, además, sustancias no cristalinas. MOTTANA, A., CRESPI, R. y LIBORIO, G., *op. cit.*, pp. 8, 414.

¹⁶ *Yeso*. 20/05/03. http://redescolar.ilce.edu.mx/redescolar/publicaciones/publi_rocas/yeso.htm.

¹⁷ BRANSON, E. B. y TARR, W. A.: *Elementos de Geología*, (ed. española de Federico Portillo García, Madrid, Aguilar, 1959, pp. 248-249. Sobre diversos aspectos geológicos del sulfato de calcio cfr. ORTÍ, F., ROSELL, L. y SALVANY, J. M.: “Depósitos evaporíticos en España: Aspectos geológicos y recursos”, *Recursos minerales de España*, Madrid, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 1992, 1171- 1209. WIRSCHING, F.: *Sulfato de calcio*, (trad. de M^a Carmen Díez Reyes, resumen de la Ullmann’s Encyclopedia of Industrial Chemistry, Germany, 1985), Madrid, ATEDY, 1^a ed., 1996, p. 7.

¹⁸ El plegamiento herciniano se operó en el carbonífero, entre el westfaliense y el estefaniense y hasta el pérmico, es decir, entre -320 y -280 millones de años aproximadamente. *Nueva Enciclopedia Larousse*, *op. cit.*, vol. 5, p. 4813.

anhidrita. Los períodos más fructíferos en cuanto a la formación de los horizontes yesíferos fueron Triásico y Eoceno, Oligoceno y Mioceno¹⁹.

Origen del yeso

El yeso denominado primario es aquel que no se ha formado a partir de otro compuesto como la anhidrita. Existen depósitos de yeso primario en París y el área mediterránea²⁰. El yeso secundario puede formarse por hidratación de la anhidrita natural, que a su vez podría haberse originado a partir de yeso sometido a aumentos de presión y temperatura²¹. El yeso correspondiente a la era terciaria media suele ser una roca secundaria²². Más adelante se explicarán los procesos de deshidratación-hidratación del yeso.

Minerales asociados

Debido a su origen natural, el yeso suele ir asociado a otros minerales que pueden hallarse en proporciones diversas: arcillas, limonita ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$), calcita (CaCO_3), dolomita ($\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$), sales marinas como la sal gema (NaCl) y anhidrita (CaSO_4). Por esta razón, los microanálisis que se efectúan sobre el yeso detectan, además de azufre (S) y calcio (Ca) como elementos mayoritarios, otros que normalmente suelen aparecer en proporciones mucho menos importantes; dentro de éstos se encuentran: magnesio (Mg), aluminio (Al), silicio (Si), hierro (Fe), potasio (K), fósforo (P), cloro (Cl) y estroncio (Sr)²³. Según B. Carenas y R. Marfil el contenido en estroncio podría estar relacionado con la morfología de los cristales (lenticulares y aciculares) en las zonas donde se forma²⁴. La presencia de algunos de

¹⁹ Triásico: El triásico comprende aproximadamente de -230 a -200 millones de años. *Nueva enciclopedia Larousse*, op. cit., vol. 10, p. 9853. Eoceno: El Eoceno va de -58 a -36 millones de años aproximadamente. *Ibidem*, vol. 4, p. 3372. Oligoceno: El Oligoceno comprende de -36 a -25 millones de años aproximadamente. *Ibidem*, vol. 7, p. 7186. Mioceno: Se extiende desde -25 a -13 millones de años. *Ibidem*, vol. 7, p. 6585. BRANSON, E. B. y TARR, W. A., op. cit., pp. 584-612. BURG HOHN, J., LÓPEZ BLÁNQUEZ, M. y MONJO CARRIÓ, J., op. cit., pp. 6-7.

²⁰ WIRSCHING, F., op. cit., p. 7.

²¹ ARCHE, A. (coord.), op. cit., pp. 125-129.

²² WIRSCHING, F., op. cit., p. 7.

²³ Cfr. GREEN, G. W.: "Gypsum analysis with the polarizing microscope" y KOCMAN, V.: "Rapid multielement analysis of gypsum and gypsum products by X-ray fluorescence spectroscopy", en *The chemistry and technology of gypsum*, ASTM Committee C-11 on Gypsum and Related Building Materials and Systems, Richard A. Kuntze, Ontario Research Foundation, Atlanta, 14-15 abril 1983, pp. 22-47 y 72-104 respectivamente. GASPAR TEBAR, D.: "El yeso. Aplicaciones en restauración. Propiedades y características", *III Curso internacional de conservación y restauración del patrimonio. Yeserías y estucos*, Instituto Español de Arquitectura, Fundación General Universidad de Alcalá, Madrid, 26-30 de junio de 1995, 1-16. ARREDONDO Y VERDÚ, F., op. cit., pp. 35-41. CARENAS, B. y MARFIL, R., op. cit., pp. 81-82.

²⁴ CARENAS, B. y MARFIL, R., op. cit., p. 80. Respecto a la localización de los yacimientos de estroncio en España cfr. ORTEGA HUERTAS, M.: "Yacimientos de estroncio de España: Geología

estos minerales puede deberse a que el yeso frecuentemente aparece en bancos y cavidades intercaladas en calizas, arcillas y diversas sales²⁵. Cuando los minerales están presentes desde la formación del yeso y la anhidrita se denominan primarios. Si se deben al contacto con materiales incrustados en grietas o proceden del contacto con ellos durante la extracción se denominan secundarios²⁶. Generalmente, el yeso es incoloro y blanco. Los minerales asociados pueden, sin embargo, potenciar diversas coloraciones como roja, verde, amarilla o negra²⁷. En la figura 1 ha podido observarse una fotografía de yeso rojo procedente de Cuenca.

Por tanto, los yacimientos naturales están constituidos por piedra de yeso, anhidrita y otros compuestos. De acuerdo a la norma UNE 102.001, existen cinco clases de yeso establecidas de acuerdo a su contenido en sulfato cálcico dihidratado²⁸:

Clases de yeso de acuerdo a su pureza

Tabla I. Clasificación de los yesos según su contenido en sulfato de calcio dihidratado

Clase	Sulfato cálcico dihidratado (% mínimo)
I	95
II	90
III	80
IV	70
V	60

La utilización del microscopio petrográfico en el análisis de yesos puede aportar numerosos datos sobre las características de los mismos, si bien puede ver limitada su aplicación al estudio de preparaciones debido a la mínima cantidad de material del que generalmente se dispone. A continuación se aportan algunas de las características del yeso especialmente útiles en su estudio por microscopia óptica.

e interés económico”, en *Recursos minerales de España*, Madrid, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 1992, 429-438.

²⁵ MOTTANA, A., CRESPI, R. y LIBORIO, G., *op. cit.*, ficha 333.

²⁶ WIRSCHING, F., *op. cit.*, pp. 7-8.

²⁷ *Ibidem*, p. 8. Universidad Autónoma de Madrid. Museo de mineralogía. Yeso. 3-I-04. www.uam.es/cultura/museos/mineralogia/especifica/mineralesAZ/Yeso/yeso.html.

²⁸ GASPAR TEBAR, D., *op. cit.*, p. 6.

*Características
del mineral*

El yeso natural, químicamente sulfato de calcio dihidratado, cristaliza en el sistema monoclinico ($a \neq b \neq c$ $\alpha = \gamma \neq \beta$) y presenta una débil birrefringencia. Ésta es una propiedad que tienen los materiales de todos los tipos de estructura cristalina (cristales anisótropos), salvo la cúbica (cristales isótropos). Se pone de manifiesto cuando se observa en lámina delgada al microscopio petrográfico, con el polarizador y analizador cruzados. En estas condiciones las partículas pueden presentar múltiples coloraciones, que se designan como colores de interferencia, y cuya intensidad depende del tipo de material y del tamaño de las partículas. Generalmente las de mayor tamaño presentan una coloración más acentuada. La birrefringencia viene determinada por la diferencia entre los índices de refracción mayor y menor²⁹ de la sustancia³⁰. La del yeso es aproximadamente de 0.009 y una partícula de 60µm presentará un color rojo de primer orden³¹. En general, los textos indican que los colores de interferencia del yeso son grises, de primer orden³².

El mineral de yeso es blando. La dureza de un mineral se determina por su capacidad para rayar o ser rayado por otros de acuerdo a la escala de dureza de Mohs³³. La del yeso varía entre 1,5 y 2. Su raya es blanca.

*Yeso hemihidrato
o basanita*

Además, el yeso puede presentarse en la naturaleza, aunque no es frecuente por su inestabilidad, en forma de basanita, es decir, yeso hemihidrato ($\text{CaSO}_4 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$). Asimismo, cuando el yeso dihidrato ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) se calienta puede dar lugar a este yeso hemihidrato, que cristaliza en el sistema rómbico ($a \neq b \neq c$, $\alpha = \beta = \gamma$). Según G. W. Green el yeso cocido, variedad β , que será descrito con detalle posteriormente, presenta índices de refracción variables, que podrían situarse en valores cercanos a 1,540. Su birrefringencia es de, aproximadamente, 0,021. En cuanto a la variedad α , presenta unos índices de refracción cercanos a 1,558 y 1,586. Su birrefringencia es de 0,028³⁴.

²⁹ Al comienzo del capítulo se han referido los índices de refracción del yeso.

³⁰ MOTTANA, A., CRESPI, R. y LIBORIO, G., *op. cit.*, pp. 41-50.

³¹ GREEN, G. W., *op. cit.*, pp. 28-29.

³² *Rocas sedimentarias: Mineralogía básica*. 10/02/04.
<http://gmg.unizar.es/gmgweb/assignaturas/Exogenall/micoscoopio/apuntes/Practical1.pdf>

³³ *Geología*, 19/06/01
<http://www.monografias.com/trabajos/geologia/geologia.shtml>

³⁴ VILLANUEVA DOMÍNGUEZ, L. de y GARCÍA SANTOS, A., *op. cit.*, p. 24. ORÚS, F., *op. cit.*, p. 124. GREEN, G. W., *op. cit.*, pp. 38-39.

El sulfato cálcico se presenta también en la naturaleza en su forma anhidra (CaSO_4), denominándose anhidrita o karstenita³⁵. La anhidrita cristaliza en el sistema rómbico ($a \neq b \neq c$ $\alpha = \gamma = \beta$). Este mineral tiene una birrefringencia de 0.044³⁶, mucho más elevada por tanto que la del yeso, lo que proporciona unos colores de interferencia más intensos³⁷. Presenta un color blanco, azulado, amarillento o rojizo³⁸ y su raya es blanca. Su dureza es de 3, según la escala de Mohs³⁹. Sin embargo, la anhidrita artificial, que será descrita con posterioridad, se muele con gran facilidad debido a la fragmentación que produce el calor aplicado en la cocción del material⁴⁰.

Yeso anhidro o anhidrita

La anhidrita puede presentarse en agregados de textura marmórea o sacaroidea y en agregados granulares. Raramente se halla en forma de cristales aciculares o prismáticos o bien formados⁴¹. Como ya se ha indicado, la anhidrita aparece en forma de depósitos sedimentarios químicos de tipo evaporítico o como producto de la deshidratación del yeso en las evaporitas metamorfoseadas. Puede, sin embargo, volver a transformarse en yeso en presencia de agua, dando lugar a yeso secundario. Algunos de sus yacimientos españoles más importantes se encuentran en Herrerías (Vizcaya), Cabezón de la Sal (Cantabria), Suria y Cardona (Barcelona), Alins (Lérida), Venturada (Madrid), junto a Ruidera (Ciudad Real), Motril (Granada), Orihuela (Alicante) y Chelva (Valencia)⁴². La anhidrita suele ir asociada a calcita (CaCO_3), aragonito (CaCO_3) y yeso⁴³.

Yacimientos de anhidrita

Con el vocablo «yeso» también se designa el material transformado mediante la aplicación de calor. La estructura cristalina del sulfato de calcio está constituida por cadenas en las que alternan iones SO_4^{2-} e iones Ca^{2+} . El agua de cristalización se dispone entre estas capas formando una red. Cuando el compuesto se deshidrata y se forma el hemihidrato aparecen canales vacíos, paralelos a la cadena de sulfato de

Cocción del yeso

³⁵ VILLANUEVA DOMÍNGUEZ, L. de y GARCÍA SANTOS, A., *op. cit.*, p. 24.

³⁶ Al comienzo del capítulo se han referido los índices de refracción de la anhidrita.

³⁷ GREEN, G. W., *op. cit.*, pp. 28-29.

³⁸ ORÚS, F., *op. cit.*, p. 121. WIRSCHING, F., *op. cit.*, p. 8.

³⁹ ORÚS, F., *op. cit.*, p. 121.

⁴⁰ Como se verá más adelante, la anhidrita así obtenida suele ocupar los estratos inferiores de las preparaciones de pintura sobre tabla, mientras que los de yeso dihidrato (yeso mate) se superponen a éstos.

⁴¹ *Anhidrita*, 11/06/01. <http://www.uned.es/cristamine/fichas/anhidrita/anhidrita.htm>
MOTTANA, A., CRESPI, R. y LIBORIO, G., *op. cit.*, ficha 117.

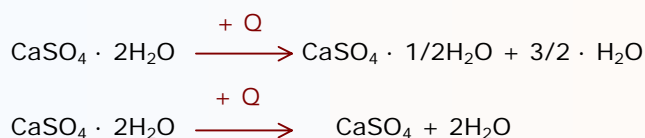
⁴² *Anhidrita*, 11/06/01, *op. cit.*, en <http://www.uned.es/cristamine/fichas/anhidrita/anhidrita.htm>

⁴³ MOTTANA, A., CRESPI, R. y LIBORIO, G., *op. cit.*, ficha 334.

calcio, que permiten la aproximación de aniones y cationes, y el volumen disminuye⁴⁴.

La cocción del yeso, por tanto, altera su contenido en agua de cristalización, si bien se conservan las impurezas que pudieran acompañarle.

Deshidratación

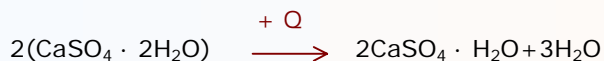


Obtención de anhidrita y hemihidrato a partir de la cocción de yeso.

Como puede observarse a partir de las reacciones anteriores, este proceso puede dar lugar a la formación de hemihidrato o bien anhidrita. La obtención de uno u otro depende de la temperatura que se alcance en el proceso.

Cuando se obtiene el hemihidrato, además de este compuesto pueden estar presentes diversas cantidades de dihidrato (al no haber experimentado deshidratación las partículas de mayor tamaño) y anhidrita (por deshidratación completa de las partículas de menores dimensiones o con mayor contacto directo con la fuente de calor). Por otra parte, aunque se nombra y formula como un hemihidrato, estequiométricamente dos moléculas de yeso dihidratado pierden tres de agua⁴⁵ y en el producto resultante la relación $\text{CaSO}_4/\text{H}_2\text{O}$ es 2/1:

Deshidratación



Fases obtenidas a partir de la cocción de yeso

En el proceso de cocción pueden emplearse diversos tipos de s: de cinta, marmitas, artesanales, etc. Dentro del rango de temperaturas comprendidas entre 100°C y 1350°C se obtienen diversas fases, cuya naturaleza depende de la temperatura de tratamiento. Sin embargo, debe indicarse que no todos los autores coinciden en cuanto a la clasificación de estos productos de cocción según los intervalos de temperatura⁴⁶.

⁴⁴ WIRSCHING, F., *op. cit.*, p. 6.

⁴⁵ ORÚS, F., *op. cit.*, p. 123.

⁴⁶ Más adelante se aportan las referencias en que se ha basado la clasificación expuesta a continuación, si bien puede adelantarse que las temperaturas se han tomado, fundamentalmente, de GASPAR TEBAR, D., *op. cit.*, p. 7.

- **Yeso cocido, variedad α :** Temperaturas entre 100°C y 120°C. Proceso térmico en solución salina o autoclave con presión superior a la atmosférica. Para su obtención es necesaria la existencia de una atmósfera de vapor de agua saturada o próxima a la saturación. Este hemihidrato está constituido por finos cristales aciculares y es más compacto que la variedad β , descrita a continuación.

- **Yeso cocido, variedad β :** Forma hemihidratada obtenida a temperaturas comprendidas entre 120°C y 180°C, a presión atmosférica. Cuando se produce esta variedad en caldera también se forma yeso hemihidrato α , ya que en éstas siempre está presente cierta cantidad de vapor de agua. En la variedad β apenas se reconocen caracteres cristalinos y constituye una forma más inestable que la primera. Las partículas son escamosas y rugosas y forman cristales de pequeñas dimensiones. El yeso comercial se compone principalmente de este material.

- **Anhidrita III:** Anhidrita soluble obtenida a temperaturas comprendidas entre 220°C y 380°C (algunos autores refieren intervalos de 180°C-190°C o 170°C-250°C). La anhidrita soluble es inestable. Este material presenta gran avidez por el agua, con lo que puede absorber la humedad de la atmósfera y pasar a hemihidrato. Se denomina α o β dependiendo del tipo de hemihidrato del que provenga.

- **Anhidrita II:** Anhidrita insoluble. Temperaturas entre 380°C y 1200°C (ciertos textos refieren temperaturas entre 600 y 900°C o 200 y 1180°C). La anhidrita insoluble tarda semanas e incluso meses en fraguar. Cristaliza en el sistema ortorrómbico. Pueden obtenerse tres tipos de anhidrita II calcinada. La A II-s es ligeramente soluble y se produce entre 300° C y 500° C. A II-i es anhidrita insoluble y se forma entre 500° C y 700° C y la A II-p es anhidrita parcialmente disociada⁴⁷ que se obtiene por encima de los 700° C y suele emplearse en pavimentos.

- **Anhidrita I:** Obtenida a temperaturas entre 1200°C y 1350°C.

⁴⁷ Por encima de 700°C la anhidrita resultante es una mezcla de CaSO_4 y CaO ; el CaO se origina por la descomposición del CaSO_4 en SO_3 y CaO .

En condiciones atmosféricas normales, tanto el hemihidrato como la anhidrita III son metaestables⁴⁸. Por debajo de 40° y en presencia de vapor de agua pasan a dihidrato. La anhidrita II, estable entre 40°C y 1180°C, puede transformarse también en dihidrato en estas condiciones.

Distintos autores establecen otras denominaciones para la anhidrita y designan como anhidrita α el sulfato cálcico anhidro obtenido a temperaturas comprendidas entre 130°C y 300°C, anhidrita β al obtenido calentando a 525°C el yeso natural y anhidrita γ al material sobre el que se alcanza una temperatura de 600°C⁴⁹.

Por otra parte, la denominación «yeso de París» empleada para hacer referencia al hemihidrato es muy común, apareciendo en numerosos textos. Muy probablemente provenga del hecho de que cerca de París existían importantes yacimientos de yeso que durante centurias han servido a diversos propósitos, como el de recubrir las paredes de las casas de madera con el fin de evitar el fuego como el que supuso la destrucción de la ciudad de Londres en 1666⁵⁰.

Yeso químico o
sintético

Además de los tipos de yeso mencionados, obtenidos a partir del calentamiento de la piedra de yeso natural, existe un tipo de yeso de origen artificial, normalmente subproducto industrial, denominado yeso químico o sintético. Suele recibir el nombre de la industria de la que procede. Así, el derivado de la del ácido fosfórico o bórico es denominado boroyeso o fosfoyeso⁵¹. Asimismo, puede

⁴⁸ «Metastable : Adj. Quím. Dícese de un sistema o mezcla que, en teoría, no es estable en las condiciones examinadas, pero cuya velocidad de transformación es tan pequeña que el sistema tiene una apariencia de estabilidad». En *Nueva enciclopedia Larousse*, *op. cit.*, vol. 7, p. 6467.

⁴⁹ Como se ha indicado, los diversos autores no coinciden siempre a la hora de referir las diversas temperaturas a las que se obtienen estos materiales. Cfr. VIAN ORTUÑO, A.: *Introducción a la Química Industrial*, Barcelona, Reverté, 2ª ed., 1994, pp. 214-215. BURG HOHN, J., LÓPEZ BLÁNQUEZ, M. y MONJO CARRIÓ, J., *op. cit.*, pp. 123-127. ORÚS, F., *op. cit.*, pp. 123-124, 129-130. GASPAS TEBAR, D., *op. cit.*, p. 7. ARREDONDO Y VERDÚ, F., *op. cit.*, pp. 16-18. WIRSCHING, F., *op. cit.*, pp. 3-5, 12-16. VILLANUEVA DOMÍNGUEZ, L. de y GARCÍA SANTOS, A., *op. cit.*, pp. 40-43.

⁵⁰ *Universidad Autónoma de Madrid. Museo de mineralogía. Yeso. 3-I-04, op. cit. Gypsum. 10-II-04. <http://en.wikipedia.org/wiki/gypsum> Association of Lifecasters International. A brief history of plaster and gypsum. 10-II-04. www.artmolds.com/ali/history_plaster.html WIRSCHING, F., *op. cit.*, p. 7.*

⁵¹ PRESSLER, J. W.: "Byproduct Gypsum", *The Chemistry and Technology of Gypsum*, Atlanta, ASTM Committee c-11 on Gypsum and Related Building Materials and Systems, 14-15 de abril de 1983, 105-115. GASPAS TEBAR, D., *op. cit.*, p. 5. WIRSCHING, F., *op. cit.*, pp. 10-11.

obtenerse yeso de desulfuración o desulfoyeso mediante la desulfuración de los gases de combustión de combustibles fósiles, proceso que generalmente se lleva a cabo en centrales eléctricas⁵². A partir del desulfoyeso y fosfoyeso pueden obtenerse hemihidratos α y β ⁵³. También puede obtenerse fluoranhidrita como subproducto de la fabricación de ácido fluorhídrico⁵⁴. Los yesos obtenidos a partir del aljez y los derivados del empleo de subproductos de diversas industrias no presentan las mismas propiedades. Requieren diferente cantidad de agua de fraguado y, además, algunos subproductos contienen impurezas altamente perjudiciales para el material⁵⁵.

En el aprovechamiento de los yacimientos de yeso se tiene muy en cuenta su accesibilidad, ya que si no aflora a la superficie y puede explotarse a cielo abierto se encarece. Las técnicas actuales de fabricación del yeso pasan primeramente por su trituración, más o menos intensa dependiendo del sistema de deshidratación a seguir, o del uso final del yeso. En este proceso se emplean molinos, que producen un material fino, y machacadoras, que reducen el yeso a unas dimensiones de entre dos y diez cm⁵⁶.

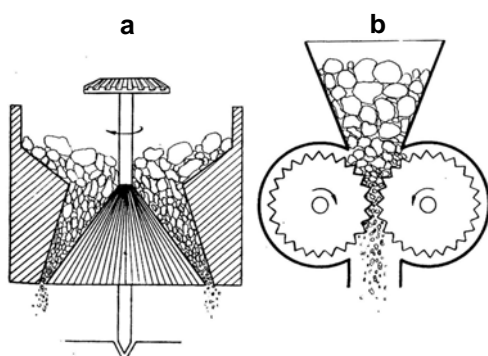


Fig. 4.

- a) Quebrantadora cónica.
- b) Trituradora de rodillos estriados

Existen muy diversos tipos de hornos para cocer el yeso. Los rudimentarios, que serán también descritos en el capítulo IV, dan lugar a un producto desigual y de baja calidad. El más aventajado está constituido por tres muros cubiertos por una techumbre que permite la salida de humo. A través de la parte delantera, libre, se va

*Hornos para
cocer yeso*

⁵² WIRSCHING, F., *op. cit.*, pp. 8-10.

⁵³ *Ibidem*, p. 17.

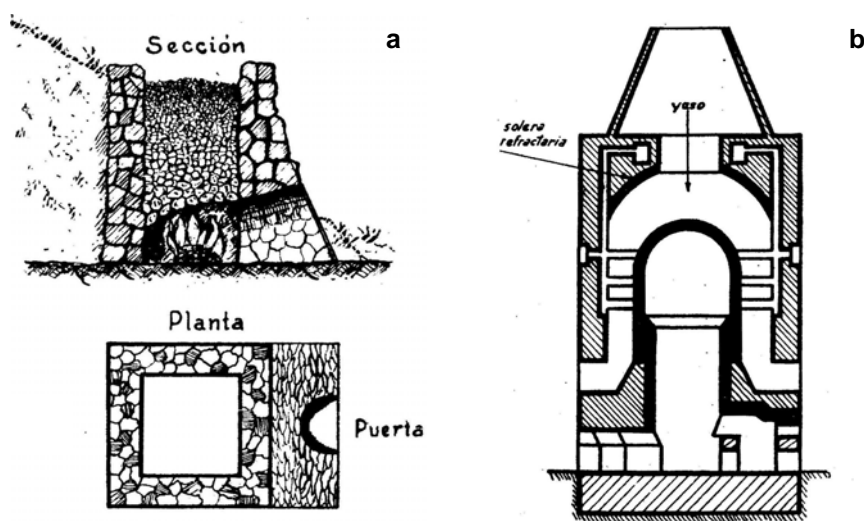
⁵⁴ *Ibidem*, p. 10.

⁵⁵ *Ibidem*, pp. 17-22 y tabla 6.

⁵⁶ BURG HOHN, J., LÓPEZ BLÁNQUEZ, M. y MONJO CARRIÓ, J., *op. cit.*, p. 127. ORÚS, F., *op. cit.*, pp. 130-131. ARREDONDO Y VERDÚ, F., *op. cit.*, pp. 4-5. WIRSCHING, F., *op. cit.*, p. 12. NOVO DE MIGUEL, L.: *El yeso en la construcción*, Barcelona, Ceac, 1970, pp. 16-17. La imagen correspondiente a la figura 4 ha sido extraída de *ibidem*, p. 16.

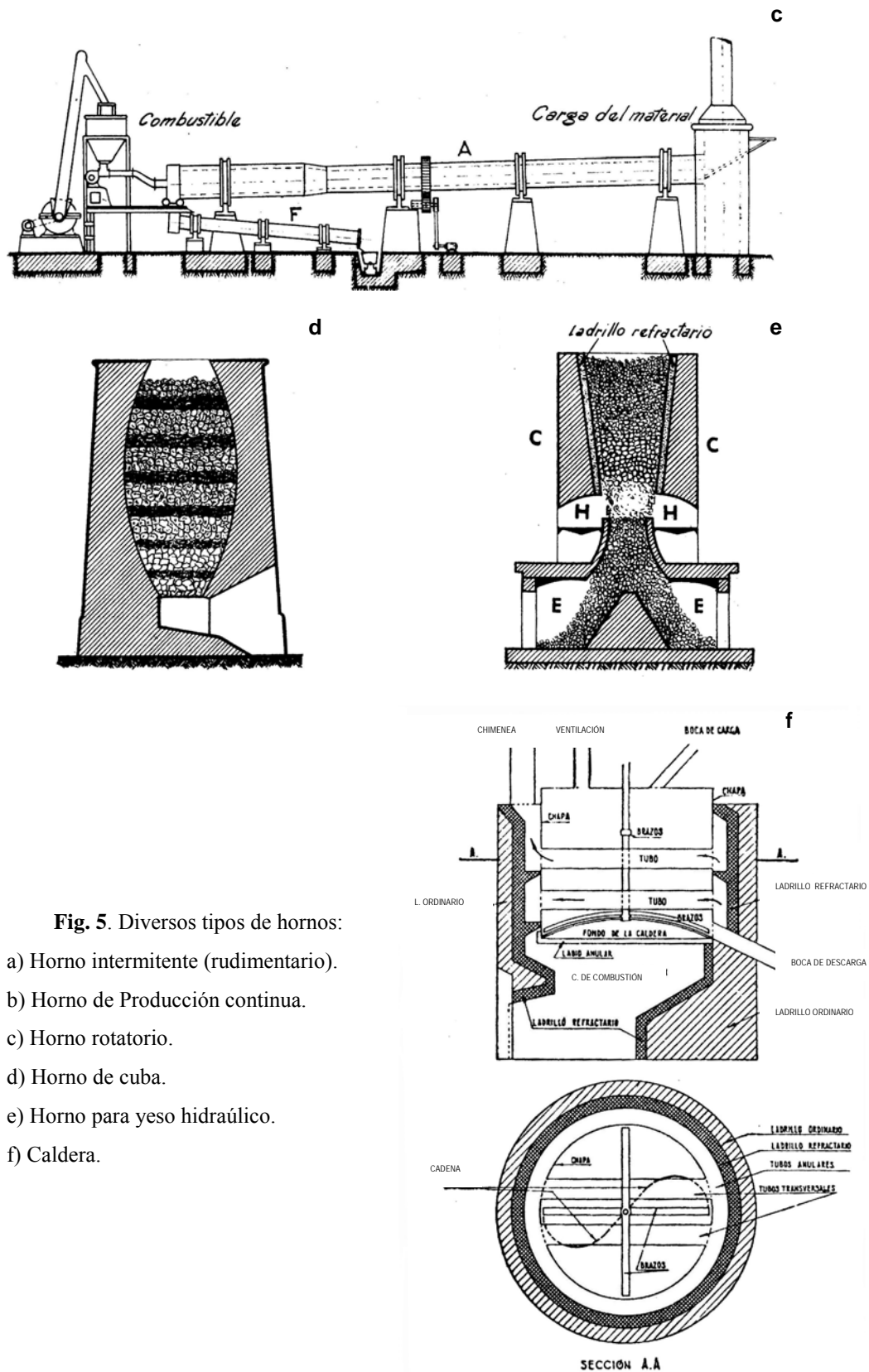
cargando el horno con bloques de yeso de tamaño decreciente. Bajo el yeso se forman galerías de pequeño tamaño donde se coloca el combustible. El tiempo estimado de cocción es de tres a cuatro días.

Los hornos de cuba no suponen un gran avance respecto a los hornos rudimentarios en cuanto al control de la temperatura de cocción y el aprovechamiento del material. Su forma es cilíndrica y en ellos el material se coloca alternando con capas de combustible. Otro tipo de horno muy frecuentemente empleado en la cocción del yeso son las calderas, que se disponen sobre un hogar y en las que se introduce el yeso molido hasta llenarlas. La temperatura en éstas se eleva progresivamente hasta alcanzar 150-160°C, momento en que ya no se desprende vapor y el volumen final del yeso se reduce entre el 10 y el 14% con respecto al que ocupaba antes de su calentamiento. Cuando la temperatura alcanza 170° C, se descarga el horno. Otros tipos de horno utilizados son los autoclaves, que proporcionan un yeso constituido prácticamente en su totalidad por hemihidrato, así como los hornos colmena, rotatorios, de panadero, etc. Además, existen otros procedimientos para cocer el yeso sin que intervenga combustible, como el que aprovecha el calor desprendido al apagarse la cal que se adiciona al material⁵⁷. El siguiente esquema recoge la clasificación que J. Burg, M. López y J. Monjo o F. Arredondo establecen sobre los diversos tipos de horno empleados en el calentamiento del yeso⁵⁸.



⁵⁷ BURG HOHN, J., LÓPEZ BLÁNQUEZ, M. y MONJO CARRIÓN, J., *op. cit.*, pp. 127-131. ARREDONDO Y VERDÚ, F., *op. cit.*, pp. 7-15. WIRSCHING, F., *op. cit.*, pp. 12-17 y tabla 6.

⁵⁸ BURG HOHN, J., LÓPEZ BLÁNQUEZ, M. y MONJO CARRIÓN, J., *op. cit.*, p. 127. ORÚS, F., *op. cit.*, pp. 131-134. ARREDONDO Y VERDÚ, F., *op. cit.*, p. 7. Asimismo, las imágenes aportadas han sido extraídas del texto de L. Novo de Miguel. NOVO DE MIGUEL, L., *op. cit.*, pp. 20-26.



Hornos de cocción de yeso	
<p>◆ En contacto con los gases de combustión</p> <p>▶ Hornos fijos: Rudimentarios De Cuba Colmena</p> <p>▶ Hornos rotatorios</p> <p>▶ Hornos de parrilla móvil</p>	<p>◆ Sin contacto con los gases de combustión</p> <p>▶ Hornos fijos: De panadero Autoclaves Calderas</p> <p>▶ Hornos rotatorios</p>

Molienda

La molienda del material suele realizarse en molinos de bolas o martillos. Aunque el sistema de calcinación del yeso requiera su molienda previa, generalmente se realiza una posterior molienda de refino⁵⁹.

*Terminología
aplicada a los
yesos
comerciales*

Los yesos de construcción han sido designados con diversos términos a lo largo de la historia. Las denominaciones «yeso negro» o «moreno» y «yeso blanco» han hecho referencia a yesos sometidos a calentamiento previo, si bien el primero posiblemente presentaría una granulometría más gruesa que el segundo⁶⁰. Asimismo, algunos autores hacen referencia al mayor contenido en impurezas del yeso negro respecto al blanco y a su contaminación con las cenizas del combustible⁶¹. Más adelante se aportarán más datos sobre ambos tipos. Luis de Villanueva Domínguez y Alfonso García Santos los describen como de primera generación, artesanales o multifase. Dentro de los de segunda generación incluyen los yesos de construcción grueso y fino, así como la escayola. Los de tercera generación, descritos a continuación, son como los de la segunda, pero contienen aditivos que regulan diversas características del yeso⁶².

Según el Pliego RY-85, que se refiere a las normas UNE 102-010 y UNE 102-011, existen cinco clases de yesos y escayolas⁶³:

⁵⁹ ARREDONDO Y VERDÚ, F., *op. cit.*, p. 15.

⁶⁰ VILLANUEVA DOMÍNGUEZ, L. de y GARCÍA SANTOS, A., *op. cit.*, p. 46.

⁶¹ ORÚS, F., *op. cit.*, p. 127.

⁶² VILLANUEVA DOMÍNGUEZ, L. de y GARCÍA SANTOS, A., *op. cit.*, p. 46.

⁶³ La autora de la tesis agradece a ATEDY (*Asociación Técnica y Empresarial del Yeso*) su amabilidad por su continua información sobre novedosas publicaciones en el ámbito de los yesos,

- **Yeso grueso (YG)**: Constituido por hemihidrato y anhidrita II artificial. Su índice de pureza ha de ser superior al 75%.

- **Yeso fino (YF)**: Constituido por hemihidrato y anhidrita II artificial. Con granulometría más fina que el YG. Su índice de pureza ha de ser mayor del 80%.

- **Yeso de prefabricado (YP)**: Constituido por hemihidrato y anhidrita II artificial. Con mayor resistencia y pureza que los yesos YG y YF. Su pureza ha de ser superior al 85 %.

- **Escayola (E30)**: Integrada básicamente por sulfato cálcico hemihidratado (más del 85%). Su pureza ha de ser superior al 90%.

- **Escayola especial (E35)**: Constituida casi enteramente por sulfato cálcico hemihidratado (más del 87%). Su pureza ha de ser superior al 92%.

Además de estos yesos de fraguado normal, existen otros de fraguado lento, *Yesos de fraguado lento* que se designan de igual manera que los anteriores pero añadiendo “/L”⁶⁴.

Otros yesos no recogidos en el pliego RY-85, que se adecuan a las normas UNE 102-014-1: 1999, UNE 102-014-2: 1999 y UNE 102-014-3: 1999 son:

- **Yeso aligerado (YA)**: Constituido fundamentalmente por sulfato de calcio con diferentes fases de deshidratación y aditivos para mejorar, por ejemplo, su capacidad de aislamiento térmico. Su índice de pureza es superior al 50%.

- **Yeso de alta dureza (YD)**: Constituido básicamente por sulfato cálcico con diversas fases de deshidratación, al que se incorporan aditivos para mejorar su dureza. Su índice de pureza debe ser superior al 50%.

- **Yeso de terminación (YE/T)**: Se trata también de un material constituido por sulfato cálcico con diversas fases de deshidratación con aditivos. Su índice de pureza debe ser superior al 50%.

que ha permitido obtener algunos de los datos recogidos en este capítulo, entre los que se encuentra la normativa aportada.

⁶⁴ Más adelante se describirá el proceso de fraguado del yeso.

*Yesos de
proyección
mecánica*

Además, existen yesos de construcción de proyección mecánica que han de ajustarse a la norma UNE 102-015:1999:

- **Yeso de construcción de proyección mecánica (YPM):**

Sulfato cálcico con aditivos incorporados. Su índice de pureza es, al menos, del 50%.

- **Yeso de proyección mecánica de alta dureza (YPM/D):** Su

índice de pureza debe ser superior al 50%.

- **Yeso de producción mecánica aligerado (YPM/A):** Contiene

agregados ligeros que incrementan el aislamiento térmico. Su índice de pureza ha de ser superior al 50%⁶⁵.

*Yesos especiales:
hidráulico,
alúmbrico, Keene,
Parian*

Otra de las denominaciones aplicada a los yesos especiales es la de yeso hidráulico o de pavimento, ya aludido, que corresponde al yeso obtenido (de acuerdo a F. Orús) cuando la piedra de yeso es calentada a una elevada temperatura, comprendida entre 900 y 1000° C. Este calentamiento da lugar a cierta descomposición en SO₃ y CaO. El material fragua muy lentamente, entre 24 y 48 horas bajo el agua y 5 horas al aire. Si se emplea alumbre puede reducirse considerablemente el tiempo de fraguado⁶⁶. Otro tipo de yeso es el denominado alúmbrico, que puede obtenerse a partir del empleo de varios procedimientos. Uno de ellos consiste en calentar la piedra de yeso e introducirla en recipientes donde se ha depositado una solución de alumbre al 10%. Tras unos minutos se extrae, escurre y calienta al rojo. Otro de los procesos de obtención consiste en pulverizar el yeso y añadirle alumbre de potasa en polvo (8%). La mezcla se calienta en el horno. Por último, puede obtenerse yeso alúmbrico amasando 100 partes de yeso en una solución de 16 de alumbre y otras tantas de amoníaco⁶⁷. El yeso o cemento Keene's, de acuerdo a Gaspar Tebar, es un yeso alúmbrico que se obtiene sumergiendo yeso cocido a unos 150°C en una disolución de alumbre (sulfato de aluminio y potasio hidratado) al 12% a una temperatura de 35°C. A continuación se deja secar, calcinándose a 600 o 700°C y muele. Es un yeso de fraguado lento muy empleado en

⁶⁵ ATEDY: *Manual de ejecución de revestimientos interiores con yesos*, Madrid, Atedy, 1ª ed. 2002, pp. 9-13.

⁶⁶ NOVO DE MIGUEL, L., *op. cit.*, pp. 28-29. ORÚS, F., *op. cit.*, pp. 129-130.

⁶⁷ NOVO DE MIGUEL, L., *op. cit.*, pp. 55-56.

baldosas y estucos. El cemento Parian se obtiene de manera similar. En lugar de alumbre se añade bórax⁶⁸.

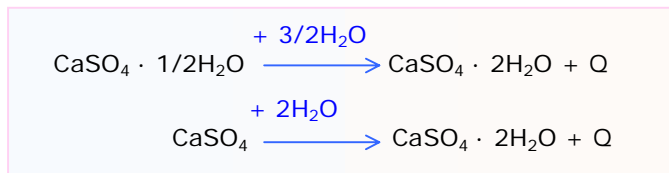
F. Wirsching alude aún a otros materiales, designados como yeso anhidro y multifásico. El primero se obtiene en seco a temperaturas comprendidas entre 300° C y 900° C. Este yeso, denominado también sobrecocido, podría estar constituido por un pequeño porcentaje de dihidrato (0-2%), un 6% de hemihidrato β , el 18% de anhidrita III y el 74% de anhidrita II. El yeso multifásico está integrado por una mezcla de una pequeña cantidad de dihidrato (0-2%), yeso hemihidrato (26%), anhidrita III (14%) y anhidrita II (58%). Los yesos multifásicos se emplean abundantemente como revestimiento de paramentos interiores y techos⁶⁹.

Yeso anhidro y multifásico

Como es sabido, una de las propiedades que presenta el yeso y ha propiciado precisamente su amplísima utilización es su capacidad de fraguar tras haber perdido el agua de cristalización. El sulfato de calcio hemihidrato y las anhidritas III y II se transforman de nuevo en dihidrato en contacto con agua. Estequiométricamente, la cantidad de agua necesaria para el fraguado en relación a la del yeso de partida deberá ser de alrededor del 26,4% si se parte de anhidrita (CaSO_4) y de aproximadamente el 16,9% si se trata de hemihidrato ($\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$). No obstante, para lograr un buen fraguado es conveniente superar esta cantidad:

Fraguado del yeso

Rehidratación



Como puede observarse, esta reacción de hidratación es exotérmica, produciéndose además una expansión del material debido al rápido crecimiento de los cristales. Pasado algún tiempo el yeso se retrae ligeramente. Finalmente, el aumento de volumen es de entre el 0,3 y 1,5 %⁷⁰. Esta dilatación da origen a su empleo como material de moldeo, ya que permite una ventajosa reproducción de los

⁶⁸ ORÚS, F., *op. cit.*, p. 130. GASPAR TEBAR, D., *op. cit.*, p. 11. ARREDONDO Y VERDÚ, F., *op. cit.*, p. 18.

⁶⁹ WIRSCHING, F., *op. cit.*, pp. 15-16 y tabla 7.

⁷⁰ ARREDONDO Y VERDÚ, F., *op. cit.*, p. 27.

detalles del objeto⁷¹. La expansión es inversamente proporcional a la velocidad de hidratación⁷².

Este proceso físico-químico de rehidratación es un fenómeno aún sin resolver, aunque ha sido ampliamente estudiado. Habitualmente se admite la teoría de Le Chatelier, que explica que cuando el yeso cocido se amasa con agua se forma alrededor de sus partículas una solución saturada de la fase hemihidrato, y muy saturada de la fase dihidrato, que es menos soluble y más estable. Por ello el dihidrato precipita cristalizando.

Probablemente la cristalización del yeso se inicia a partir de núcleos de dihidrato no transformados durante el proceso de cocción. Al inicio del fraguado, el hemihidrato se disuelve hasta que por fin se completa el proceso de hidratación y su consiguiente cristalización en forma de dihidrato. Algunos investigadores indican que el fraguado de yeso con agua es un proceso coloidal que da lugar a la formación de un gel a partir del que se forman los cristales aciculares de yeso⁷³. De acuerdo a Luis de Villanueva Domínguez y Alfonso García Santos «se denomina principio de fraguado el momento en que la pasta pasa del estado líquido al estado plástico y final de fraguado el momento en que pasa del estado plástico al sólido»⁷⁴. El nuevo dihidrato así formado presenta la misma composición química que el de partida, si bien la morfología de las partículas se modifica. Este compuesto precipita en forma de finas agujas que, al crecer, se entrecruzan formando un entramado. Entre estos cristales pueden permanecer inclusiones de formas no hidratadas⁷⁵.

*Velocidad de
fraguado del yeso*

La anhidrita III soluble se convierte en hemihidrato directamente, mientras que la anhidrita II pasa a hemihidrato muy lentamente⁷⁶.

F. Orús indica que el hemihidrato inicia el fraguado al cabo de dos o tres minutos, completándolo tras quince o veinte. Durante el proceso, la temperatura se eleva unos 20°C aproximadamente⁷⁷.

⁷¹ ORÚS, F., *op. cit.*, p. 125.

⁷² VILLANUEVA DOMÍNGUEZ, L. de y GARCÍA SANTOS, A., *op. cit.*, p. 55.

⁷³ BURG HOHN, J., LÓPEZ BLÁNQUEZ, M. y MONJO CARRIÓ, J., *op. cit.*, p. 133. ORÚS, F., *op. cit.*, pp. 124-125. ARREDONDO Y VERDÚ, F., *op. cit.*, p. 22. WIRSCHING, F., *op. cit.*, p. 23.

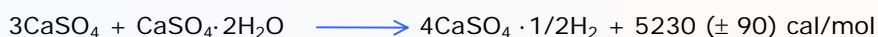
⁷⁴ VILLANUEVA DOMÍNGUEZ, L. de y GARCÍA SANTOS, A., *op. cit.*, p. 56.

⁷⁵ WIRSCHING, F., *op. cit.*, p. 24.

⁷⁶ *Ibidem*. VILLANUEVA DOMÍNGUEZ, L. de y GARCÍA SANTOS, A., *op. cit.*, p. 54.

Debe indicarse, sin embargo, que la velocidad de fraguado del yeso depende de diversos factores, como la temperatura del agua, cantidad de agua de amasado, tamaño de partícula y tiempo transcurrido desde la cocción. Así, si la temperatura permanece por encima de 60°C la masa puede permanecer fluida, sin fraguar. Igualmente ocurre si se prolonga el tiempo de amasado. Si aumenta la relación yeso-agua, el tiempo se reduce. El tamaño de partícula influye en tanto que la velocidad de disolución de una sustancia guarda relación con su grado de división.

Por otra parte, el yeso recién cocido fragua con más rapidez que el mismo yeso cuando ha transcurrido cierto tiempo. Ostwald señala que esta propiedad del yeso tiene su origen en que la anhidrita puede destruir las partículas de dihidrato que quedan sin cocer y aceleran el fraguado⁷⁸.



La cantidad de agua necesaria para hidratar el yeso depende, en gran medida, del sistema empleado en su deshidratación previa. Así, el hemihidrato β elaborado en horno rotatorio necesita más agua que la que requiere el procedente de marmita, etc. Asimismo, el yeso β y el multifásico precisan más agua que el yeso α para obtener una mezcla fluida. Además, otros factores que determinan la cantidad de agua requerida son el tamaño de partícula y su forma, así como la distribución de su tamaño. El yeso muy fino necesita más agua que el más basto⁷⁹.

F. Orús indica con respecto a la utilización pronta del yeso que si éste no se almacena bien protegido de la humedad no fraguará después. F. Wirsching, explica que el yeso calcinado envejece durante el tiempo que permanece almacenado. Este envejecimiento se debería a la absorción de vapor de agua del aire por parte del material que, en consecuencia, necesita una menor cantidad de agua para rehidratarse. A este respecto, ya se ha indicado que tanto el hemihidrato como la

⁷⁷ ORÚS, F., *op. cit.*, p. 125. Franz Wirsching aporta los tiempos de fraguado para los yesos de proyección, adhesivo y aligerado. WIRSCHING, F., *op. cit.*, tabla 9.

⁷⁸ BURG HOHN, J., LÓPEZ BLÁNQUEZ, M. y MONJO CARRIÓ, J., *op. cit.*, p. 135. GASPAR TEBAR, D., *op. cit.*, pp. 9-10. ARREDONDO Y VERDÚ, F., *op. cit.*, p. 23.

⁷⁹ WIRSCHING, F., *op. cit.*, pp. 24-25.

anhidrita III son metaestables. En el capítulo IV se incluyen algunas antiguas recomendaciones que advierten sobre este aspecto⁸⁰.

Pueden añadirse a los yesos calcinados sustancias humectantes que, en la mayoría de los casos, modifican la cantidad de agua requerida para su fraguado. Para este fin se emplean los reductores de agua o plastificantes (alquilarilsulfonatos, lignosulfonatos, etc.) y productos que aumentan la demanda de agua (como por ejemplo óxido de polietileno). También pueden añadirse espesantes, como almidones y celulosa⁸¹.

*Retardadores y
aceleradores de la
velocidad de
fraguado del yeso*

Con el fin de modificar la velocidad de fraguado del yeso se añaden retardadores y aceleradores del proceso. La presencia de estas sustancias puede modificar la solubilidad del hemihidrato y dihidrato variando el grado de saturación necesario para que comience la cristalización. Para Rohland las sustancias que aumentan la solubilidad del hemihidrato son acelerantes y las que la reducen retardadoras⁸². Entre estos últimos pueden incluirse agua caliente, glicerina, alcohol, acetona, azúcar, éter, ácidos fosfórico, cítrico, acético, bórico y láctico y sosa. Algunas sustancias actúan como coloides protectores, como cola, albúmina, caseína, gelatina, queratina, melaza y tanino. Ciertos materiales retardadores influyen sobre la estructura cristalográfica del yeso, como el carbonato cálcico y el magnésico y el acetato de calcio. Entre los acelerantes se encuentran el yeso dihidrato, ácido sulfúrico, clorhídrico, nítrico, sulfatos, jabón, oxalatos, tartratos, nitratos, cloruros (como por ejemplo la sal común), ioduros y bromuros. La aceleración da lugar a la formación de cristales más pequeños.

*Efectos
secundarios de
los retardadores
y aceleradores*

Muy a menudo, estas sustancias que modifican la velocidad de fraguado tienen efectos secundarios. Generalmente disminuyen la expansión y puede darse una retracción respecto al volumen inicial, con lo que su empleo como material de molde no resulta interesante. Asimismo, algunas sales pueden provocar eflorescencias en el yeso y algunos ácidos dan lugar a la formación de poros. La anhidrita II es suficientemente lenta como para no necesitar ser retardada⁸³.

⁸⁰ *Ibidem*, p. 25. ORÚS, F., *op. cit.*, p. 135.

⁸¹ WIRSCHING, F., *op. cit.*, p. 25.

⁸² V. Rohland en ARREDONDO Y VERDÚ, F., *op. cit.*, pp. 24-25. V. también BURG HOHN, J., LÓPEZ BLÁNQUEZ, M. y MONJO CARRIÓ, J., *op. cit.*, pp. 135-136.

⁸³ ORÚS, F., *op. cit.*, p. 125. BURG HOHN, J., LÓPEZ BLÁNQUEZ, M. y MONJO CARRIÓ, J., *op. cit.*, pp. 135-137. GASPARD TEBAR, D., *op. cit.*, p. 10. ARREDONDO Y VERDÚ, F., *op. cit.*, pp. 22-27. WIRSCHING, F., *op. cit.*, p. 26.

Respecto a la resistencia del yeso fraguado, debe indicarse que su empleo en exteriores se ha visto limitado por su solubilidad en agua, pudiendo influir sobre la misma factores como su porosidad o la presencia de aditivos. La humedad continua da lugar a una recristalización del yeso, con lo que pierde resistencia⁸⁴.

II. 2. Carbonato Cálcico. Características

El carbonato cálcico (CaCO_3) ha tenido múltiples usos en la vida diaria del hombre. En el pasado, como en el caso del yeso, algunas de sus utilidades fundamentales se dieron en el campo de la construcción y en el ámbito del arte en general. Actualmente, algunas de sus aplicaciones más provechosas suponen su empleo en la elaboración de plásticos y papel, manteniendo además su utilidad en la elaboración de pinturas⁸⁵.

II. 2.1. Características generales del carbonato cálcico. *Carbonato cálcico natural: Creta*

Este material suele aparecer en la naturaleza en forma de roca sedimentaria, generalmente caliza. En gran parte, estas rocas están constituidas por el mineral calcita, aunque también puede participar aragonito. La composición química de ambos es CaCO_3 , si bien se diferencian en algunas propiedades, entre las que se encuentra el presentar sistemas cristalinos diferentes; la calcita cristaliza en el sistema hexagonal ($a=b \neq c$; $\alpha=\beta=\gamma \neq 90^\circ$), mientras que el aragonito lo hace en el ortorrómbico ($a=b \neq c$; $\alpha \neq \beta \neq \gamma$). Debido a su carácter inestable, el aragonito suele

*Características
generales del
carbonato
cálcico*

⁸⁴ WIRSCHING, F., *op. cit.*, p. 26.

⁸⁵ NORTH, R. B.: "Natural calcium carbonate", en *Pigment handbook. Properties and economics*, (editado por Peter A. Lewis), Nueva York, etc., John Wiley & Sons, 1988, 83-96, v. pp. 89-96.

cambiar su sistema de cristalización y se transforma en calcita. Existe, por otra parte, otra forma que cristaliza en el sistema hexagonal ($a=b\neq c$; $\alpha=\beta=\gamma\neq 90^\circ$), denominada vaterita ($\mu\text{-CaCO}_3$)⁸⁶, metastable y que raramente aparece en la naturaleza.

En la calcita, los estratos del anión carbonato (CO_3^{2-}) alternan con estratos del catión calcio (Ca^{2+})⁸⁷.

Generalmente, las partículas de calcita presentan morfología prismática, tabular o romboédrica, mientras que el aragonito es prismático o acicular⁸⁸. La calcita puede aparecer, además, en formas microcristalinas compactas como la caliza, sacaroides como el mármol, fibrosas como el alabastro, estalactíticas, etc. Con frecuencia presenta maclas⁸⁹.

Uno de los minerales que aparece con cierta frecuencia asociado a la calcita es dolomita, que está constituida por carbonato doble de calcio y magnesio, $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$. En este compuesto se alternan los estratos de los cationes (calcio y magnesio) con los de los aniones carbonato⁹⁰. Se presenta frecuentemente en forma de cristales rombododecaédricos y en masas compactas, espáticas, sacaroides, etc. La dolomía, roca constituida fundamentalmente por dolomita y calcita, presenta fósiles con cierta frecuencia⁹¹.

Características
de la calcita,
dolomita y
aragonito

En la tabla II se indican algunas de las características del aragonito, calcita y dolomita⁹². Debe destacarse la alta birrefringencia de estos materiales con respecto a la del yeso (0,09).

⁸⁶ *The mineral aragonite*, 12/11/02. <http://mineral.galleries.com/minerals/carbonat/ara.../aragonit.htm>
Vaterite, 09/04/03. <http://www.mindat.org/show.php?name=Vaterite>
Vaterite, 12/11/02. <http://216.239.51.10.../Vaterite.shtml+vaterite&hl=es&ie=UTF->

⁸⁷ SCOFFIN, T. P.: *An introduction to carbonate sediments and rocks*, Estados Unidos, Blackie, 1987, p. 3.

⁸⁸ NORTH, R. B., *op. cit.*, p. 87.

⁸⁹ MOTTANA, A., CRESPI, R. y LIBORIO, G., *op. cit.*, ficha 98.
Calcita, 11/06/01. <http://www.uned.es/cristamine/fichas/calcita.htm>

⁹⁰ SCOFFIN, T. P., *op. cit.*, p. 4.

⁹¹ MOTTANA, A., CRESPI, R. y LIBORIO, G., *op. cit.*, fichas 99 y 340.

⁹² Gran parte de estos datos y otros relativos a la fractura y la gravedad específica pueden consultarse en SCOFFIN, T. P., *op. cit.*, p. 4 y NORTH, R. B., *op. cit.*, p. 87.

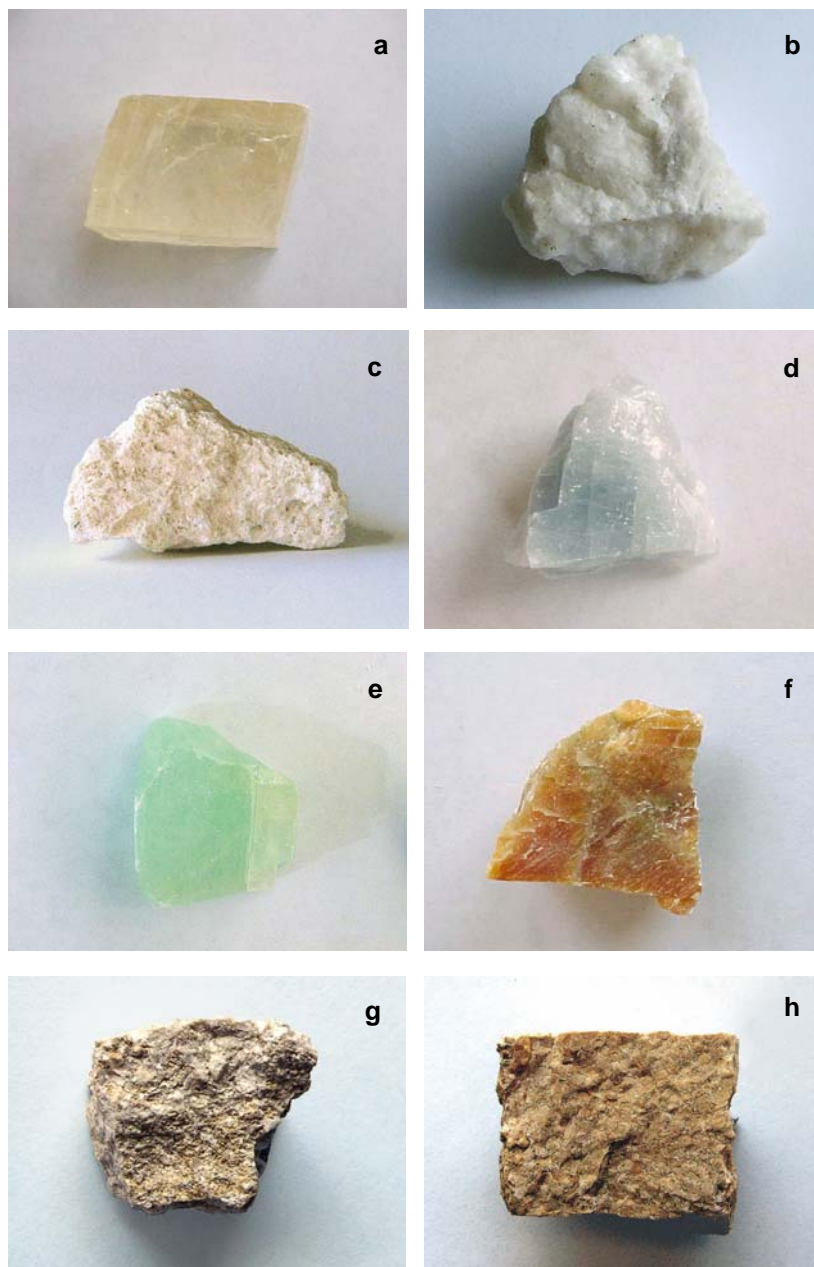


Fig. 6. a) Calcita óptica. b) Calcita. c) Creta. d) Calcita azul. e) Calcita verde. f) Caliza naranja. g) Caliza nummulítica. h) Caliza oolítica.

La dureza de la calcita está estimada en 3, según la escala de Mohs⁹³. La creta, roca que está integrada mayoritariamente por calcita es, sin embargo, más

⁹³ MOTTANA, A., CRESPI, R. y LIBORIO, G., *op. cit.*, ficha 98.

blanda; presenta unos valores de dureza comprendidos entre 1.0 y 2.5. Esta característica de la creta pudo contribuir a su mayoritario empleo en las preparaciones, debido a que la molienda podía llevarse a cabo con mayor facilidad. La dureza de la dolomita, a su vez, es superior a la de la calcita, estimándose en 3.5-4, igual que la del aragonito⁹⁴.

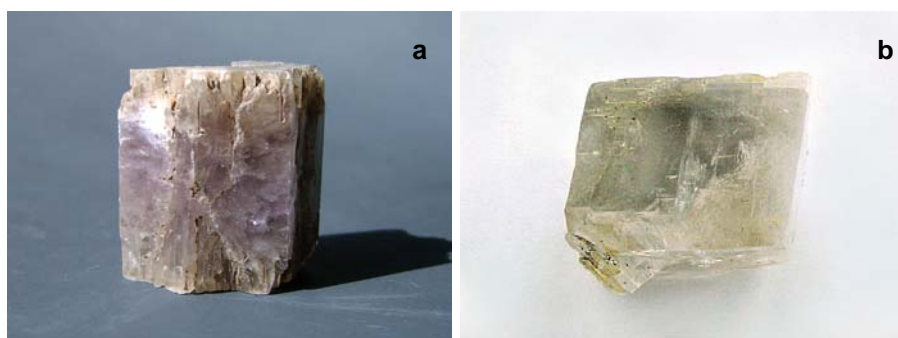


Fig. 7. a) Aragonito prismático. b) Dolomita.

Como ya se ha indicado, calcita y dolomita son, frente al yeso, muy birrefringentes⁹⁵.

Tabla II. Características de la calcita, dolomita y aragonito

	CALCITA	DOLOMITA	ARAGONITO
Fórmula	CaCO ₃	CaMg(CO ₃) ₂	CaCO ₃
Sistema cristalino	Trigonal	Trigonal	Ortorrómbico
Color	Incoloro/blanco	Incoloro/blanco	Incoloro/blanco
Índice de refracción	n _ω 1.658	n _ω 1.679	n _ω 1.530
	n _ε 1.486	n _ε 1.500	n _ε 1.680
			n _γ 1.685
Birrefringencia	0.172	0.179	0.155
Elementos traza	Mg, Fe, Mn, Zn, Cu	Fe, Mn, Zn, Cu	Sr, Ba, Pb
Hábito	prismático, tabular o romboédrico, masas granulares, etc.	romboédrico, prismas hexagonales, etc.	prismático o acicular

⁹⁴ *Dolomite*, 12/11/02. <http://www.saint-hilaire.ca/en/dolomit.htm>

Aragonito, 11/06/01. <http://www.uned.es/cristamine/fichas/aragonito/aragonito.htm>

⁹⁵ *Calcita*, 11/06/01. <http://www.uned.es/cristamine/fichas/calcita.htm>

Dolomita, 11/06/02. <http://www.uned.es/cristamine/fichas/dolomita/dolomita.htm>

En España los yacimientos más importantes de calizas se dan al norte de Tarragona, en las comarcas de El Vendrell, Bellvei, etc., y en Asturias y pueblos del centro y sur de España como Aranjuez (Madrid) o Utrera (Sevilla)⁹⁶. Las zonas más importantes de producción de dolomías se encuentran en la región cántabro-astúrica, Granada y Málaga⁹⁷. El aragonito abunda en la localidad de Molina de Aragón (donde fue descubierto), así como en Sigüenza y Luzón (Guadalajara). También existen yacimientos en Zaragoza (Nuévalos, Calatayud), Burgos (Montes de Ubierna, Juarros), Valencia, Cádiz, etc.⁹⁸. Asimismo, se produce creta blanca en Bellvey (Tarragona)⁹⁹.

Yacimientos de calizas y dolomías en España

La calcita puede aparecer en forma de rocas sedimentarias, bien sea como creta o como roca caliza en general, y también en forma de rocas metamórficas como el mármol. Eventualmente aparece en rocas ígneas. Igualmente, es el principal componente de conchas de moluscos y esqueletos de organismos de la vida marina como foraminíferos, globigerinas y cocolitofóridos. El aragonito suele componer los pequeños organismos vivos o fósiles.

Las calizas y dolomías son rocas sedimentarias en cuya composición se encuentran los minerales calcita y/o dolomita en proporción superior al 50%. En la dolomita pura, el carbonato magnésico (MgCO_3) representa el 45,65% y el carbonato cálcico (CaCO_3) el 54,35%¹⁰⁰.

La dolomía, con frecuencia, aparecerá junto a la caliza en diversas proporciones, ya que ambas se encuentran asociadas y pueden hallarse interestratificadas incluso en capas con espesores de escasos centímetros¹⁰¹.

⁹⁶ *Rocas y minerales industriales de España*, 25/05/02.

<http://www.uclm.es/users/higueras/yymm/RMIE.htm>

INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA: *Mapa minero de España. Memoria*. Editado por el IGME. Madrid, 1988, pp. 87-88.

⁹⁷ *Ibidem. Ibidem.*

⁹⁸ *Aragonito*, 11/06/01, *op. cit.*

⁹⁹ IGME, *op. cit.*, p. 87.

¹⁰⁰ INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA (IGME): *Monografías de rocas industriales. Rocas calcáreas sedimentarias*, Madrid, Servicio de publicaciones del Ministerio de Industria, 1976, p. 3.

¹⁰¹ PETTIJOHN, F. J.: *Rocas sedimentarias*, (trad. de la 2ª ed. por Juan Turner), Buenos Aires, Editorial Universitaria de Buenos Aires, 3ª ed., 1976, p.422.

La dolomía suele generarse como un producto de la alteración de la piedra caliza. La calcita puede transformarse en dolomita y viceversa, pero en general puede decirse que la proporción de dolomita se incrementa con el paso del tiempo en la roca con lo que, a pesar de que puede aparecer en rocas de todas las edades, es más frecuente en las más antiguas.

Existen diferentes fases entre lo que es una calcita y una dolomita puras, pero puede decirse que los que más abundan en la naturaleza son los extremos.

*Denominación de
los diversos
estadios entre
calizas y
dolomías*

En la tabla III se aportan las denominaciones más usuales empleadas en los diferentes estadios de la composición de calizas y dolomías¹⁰².

*Minerales
asociados*

Asimismo, pueden estar presentes, tanto en calizas como en dolomías, otros minerales, entre los que se encuentran sílice (SiO_2), feldespatos (aluminosilicatos de bario, calcio, sodio y potasio), siderita (FeCO_3 , que usualmente aparece con calcio, magnesio o manganeso), arcilla (silicato de aluminio hidratado, fórmula generalizada $\text{Al}_2\text{O}_3\text{SiO}_2 \cdot x\text{HOH}$) y otros minerales en reducidas cantidades, como pirita (FeS_2), glauconita $\text{K}_2(\text{Mg, Fe})_2 \text{Al}_6 (\text{Si}_4\text{O}_{10})_3 (\text{OH})_{12}$ y compuestos de cinc, manganeso, fósforo, estroncio, cobalto, bario etc.¹⁰³.

Tabla III. Estadios caliza-dolomía

<i>Denominación</i>	<i>Porcentaje de dolomita</i>
Caliza	0-2% de dolomita
Caliza magnesiana	2-10% de dolomita
Caliza dolomítica	10-50% de dolomita
Dolomía calcárea	50-90% de dolomita
Dolomía	90-100% de dolomita

En el caso de que el porcentaje de arcilla se sitúe entre el 35-65%, siendo el resto carbonato cálcico¹⁰⁴, este tipo de roca se denomina marga. Dependiendo de la

¹⁰² INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA, (1976), *op. cit.* p. 2.

¹⁰³ *Ibidem*, p. 3.

¹⁰⁴ También es posible la presencia de dolomía. MOTTANA, A., CRESPI, R. y LIBORIO, G., *op. cit.*, ficha 331.

proporción en que se encuentran ambos minerales, se emplean diversas denominaciones¹⁰⁵ (tabla IV).

Denominación de los diversos estadios entre calizas y margas

Tabla IV. Estadios caliza-marga

<i>Denominación</i>	<i>Porcentaje de arcilla</i>
Caliza pura	0-5%
Caliza margosa	5-15%
Marga-caliza	15-25%
Marga calcárea	25-35%
Marga	35-65%
Marga arcillosa	65-75%
Marga-arcilla	75-85%
Arcilla-margosa	85-95%
Arcilla pura	95-100%

En general, el material arcilloso está integrado por diferentes arcillas, siendo la más común la illita¹⁰⁶.

Puede decirse que la calcita es de color blanco, si bien el color de la roca caliza puede variar de acuerdo a la naturaleza de los minerales asociados que contenga (v. fig. 6). De igual manera sucede con el aragonito y la dolomita. El primero puede presentar tonalidades rojizas, amarillas, pardas, verdosas o azuladas¹⁰⁷. La dolomita puede ser rosada, beige e incluso verdosa o incolora¹⁰⁸.

Las calizas se originan a partir de la precipitación de carbonatos en suspensión, mediante mecanismos bioquímicos y físico-químicos¹⁰⁹. Pueden ser

Origen de las calizas

¹⁰⁵ INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA, (1976), *op. cit.* p. 2.

¹⁰⁶ *Ibidem*, p. 3. Véase también WOLF, K. H., y otros : "Elemental composition of sedimentary carbonates", en *Developments in sedimentology. Carbonate rocks. Physical and chemical aspects 9B* (ed. por George V. Chilingar, Harold J. Bissell y Rhodes W. Fairbridge), Amsterdam etc., Elsevier Publishing Company, 1967, 23-149.

Illita: (K, H₃O) (Al, Mg, Fe)₂ (Si, Al)₄O₁₀[(OH)₂, H₂O]. V. *Chapter 18. Phyllosilicates-layer silicates*. 20/05/2003. <http://simplethinking.com/dunn/ch18/illite.stm>

¹⁰⁷ *The mineral aragonite*, 12/11/02, *op. cit.*, p. 3.

¹⁰⁸ *Dolomite*, 12/11/02, *op. cit.*, p. 1.

¹⁰⁹ INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA, (1976), *op. cit.* p. 11.

originadas a partir de tres clases de procesos: cristalización del carbonato cálcico, litificación de fragmentos de carbonato cálcico y sustitución de yeso o cuarzo por este material.

El primero de estos procesos da lugar a la formación de tobas, arrecifes, concreciones de cuevas, travertinos y caliches. Por otra parte, ciertas bacterias convierten el sulfato cálcico en carbonato cálcico¹¹⁰.

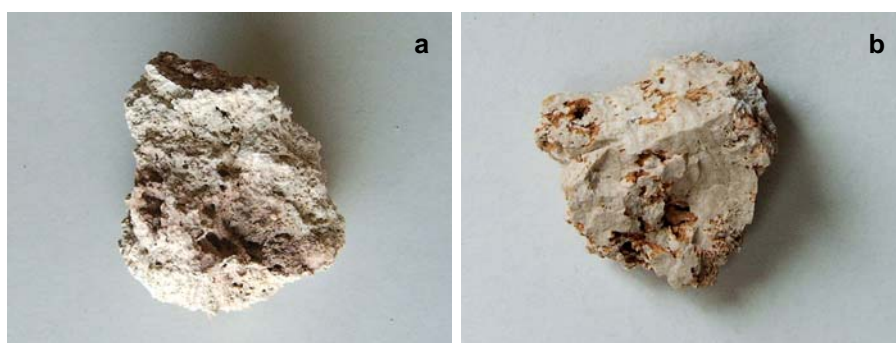


Fig. 8. a) Toba caliza. b) Travertino.

Las existencia de distintas clasificaciones de calizas y dolomías se debe a la gran diversidad de procesos de formación, que dan lugar a múltiples texturas y composiciones variadas¹¹¹. Una de las clasificaciones más aceptada de las calizas es la que hace referencia a su composición. A este respecto, generalmente se considera que las rocas sedimentarias están constituidas por tres componentes: terrígenos, extraclastos y químicos. Los componentes *terrígenos* son partículas procedentes del exterior de la cuenca carbonatada; se trata de feldespatos, arcillas, cuarzo, etc¹¹². Los *extraclastos o litoclastos* son fragmentos de rocas carbonatadas, transportados y redepositados. Algunos pueden estar constituidos por bioclastos y ooides¹¹³. Los

¹¹⁰ Para obtener una información exhaustiva sobre este tema, v. SANDERS, J. E., y FRIEDMAN, G. M.: "Origin and occurrence of limestones", en *Developments in Sedimentology. Carbonate Rocks. Origin, Occurrence and Classification*, 9A, (ed. por George V. Chilingar, Harold J. Bissell y Rhodes W. Fairbridge), Amsterdam etc., Elsevier Publishing Company, 1967, pp. 169-265.

¹¹¹ BISSELL, J. J. y CHILINGAR, G. V.: "Classification of sedimentary rocks", en *ibídem*, 87-168. Véanse, asimismo, INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA, (1976), *op. cit.*, pp. 4-8, NAVARRO GASCÓN, J. V., *op. cit.* pp. 11-13 y SCOFFIN, T. P., *op. cit.*, pp. 50-60.

¹¹² NAVARRO GASCÓN, J. V., *op. cit.*, p. 11.

¹¹³ *Ibídem* y ADAMS, A. E., MACKENZIE, W. S. y GUILFORD, C.: *Atlas de rocas sedimentarias*, (versión española de Marceliano Lago San José y Enrique Arranz Yagüe), Barcelona, Masson, 1997, p. 37.

componentes químicos pueden dividirse en *ortoquímicos* (calcita microcristalina y esparítica) y *aloquímicos*.

Según algunos autores estos últimos son los componentes fundamentales de las rocas carbonatadas¹¹⁴, por lo que sus características más importantes se describen a continuación.

Los componentes ortoquímicos están constituidos por el material originado a partir de la precipitación química en la propia cuenca de sedimentación. Por una parte, puede diferenciarse la *micrita* o barro microcristalino (1-5µm), cuyo origen puede derivar de la fragmentación de algunos organismos, como las algas verdes, o deberse a la precipitación del carbonato presente en el agua de mar. En este grupo puede incluirse la *esparita*, o cemento de calcita espática (> 15 µm), que observada al microscopio en lámina delgada aparece en forma de mosaico, y la *microesparita* que presenta un tamaño de cristal que se sitúa entre 5-15µm¹¹⁵.

Los componentes aloquímicos son materiales depositados en la cuenca de sedimentación. Se incluyen en este grupo:

-*Intraclastos*: Sedimento carbonatado depositado en la cuenca, litificado parcialmente y que ha sufrido algún tipo de desplazamiento. Su tamaño es superior a 1/16 mm¹¹⁶.

-*Peloides*: Son partículas con secciones elípticas o circulares, a los que se suele suponer un origen fecal. También suelen ser denominados «pellets». Se trata de secreciones de organismos vertebrados e invertebrados que suelen ingerir sustancias con contenido calizo, dando lugar a calcita o aragonito. Los pellets pueden también tener origen no fecal y generarse a partir de la adherencia de unas partículas a otras durante períodos de transporte y deposición. Su tamaño puede oscilar entre 0.1 y 3 mm¹¹⁷.

¹¹⁴ *Ibídem*, p. 34.

¹¹⁵ *Ibídem*. NAVARRO GASCÓN, J. V., *op. cit.*, p. 11.

¹¹⁶ ADAMS, A. E., MACKENZIE, W. S. y GUILFORD, C., *op. cit.*, p. 36. NAVARRO GASCÓN, J. V., *op. cit.*, p. 11.

¹¹⁷ SCOFFIN, T. P., *op. cit.*, pp. 56-57. ADAMS, A. E., MACKENZIE, W. S. y GUILFORD, C., *op. cit.*, p. 36. NAVARRO GASCÓN, J. V., *op. cit.*, p. 11.

-*Ooides* u *oolitos* (este último término no se emplea si se desconoce el origen de estas partículas)¹¹⁸: Son partículas cuya estructura se basa en un núcleo (grano de cuarzo, otro oolite, fragmentos de fósiles, etc.), que ha sido recubierto por diversas capas calcáreas. Presentan un tamaño inferior a 2 mm. Su morfología suele ser similar a la de los pellets fecales pudiendo observarse al microscopio tanto láminas concéntricas como una estructura radial. Los ooides marinos modernos se componen generalmente de aragonito, aunque puede tratarse de calcita, mientras que los no marinos están constituidos por calcita. Las calizas constituidas por oolitos se denominan oolíticas, mientras que las que se componen de pisolitos (oolitos mayores de 2 mm) se denominan pisolíticas (también pueden estar constituidas por aragonito). Los *oncooides* u *oncolitos* son partículas de diámetro superior a 2 mm pero biogénicos. Estos últimos pueden observarse al microscopio en forma de granos con capas relativamente concéntricas, algunas de ellas onduladas y asimétricas¹¹⁹.

-*Fósiles*, enteros o fragmentados, también denominados *bioclastos*. Son algunos de los principales constituyentes de las calizas. Existe una gran variedad de éstos, que serán tratados en mayor profundidad a continuación, por ser los principales integrantes de la creta.

Según lo expuesto en los párrafos anteriores, puede establecerse la clasificación correspondiente a la tabla V:

Tabla V. Clasificación de las calizas de acuerdo a sus componentes

Tipo I.	Calizas aloquímicas espáticas. Constituidas por aloquímicos cementados en calcita espática.
Tipo II.	Calizas aloquímicas microcristalinas. Constituidas por aloquímicos en una matriz de micrita.
Tipo III.	Calizas microcristalinas. Barro microcristalino.
Tipo IV.	Calizas arrecifales autóctonas. Constituidas por estructuras orgánicas que han crecido in situ ¹²⁰ .

¹¹⁸ ADAMS, A. E., MACKENZIE, W. S. y GUILFORD, C., *op. cit.*, p. 35.

¹¹⁹ SCOFFIN, T. P., *op. cit.*, pp. 57-59. ADAMS, A. E., MACKENZIE, W. S. y GUILFORD, C., *op. cit.*, pp. 35, 38. NAVARRO GASCÓN, J. V., *op. cit.*, p. 11.

¹²⁰ INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA, (1976), *op. cit.*, pp. 5-6.

Estos cuatro tipos diferentes de rocas pueden estar constituidas, al menos en parte, por carbonato de magnesio. Algunas de las clasificaciones más utilizadas por los investigadores son las establecidas por Dunhan y Folk¹²¹, que no se aportan en esta memoria ya que el incluir todas las clasificaciones existentes se encuentra fuera del propósito de este estudio, que únicamente pretende presentar una visión general de las calizas de acuerdo a las necesidades del conservador-restaurador. No obstante, conviene indicar que las denominaciones que aportan para los diferentes tipos de caliza aluden a parámetros descriptivos de las mismas, relacionados con sus componentes aloquímicos y ortoquímicos, así como con sus factores genéticos.

Para concluir respecto a los diferentes términos empleados para referirse a calizas y dolomías, puede indicarse que los prefijos «OO», «PEL», «INTRA» y «BIO» se refieren a oolitos, pellets, intraclastos, y partículas de origen orgánico respectivamente. A modo de ejemplo, una roca compuesta por intraclastos con esparita se denominará intraesparita, y una constituida por pellets y micrita se designará como pelmicrita. Respecto a su tamaño de partícula, se designan como *calcirudi* o *dolorudi* las que presentan partículas con unas dimensiones de 1 mm o más, *calcarenita* o *doloarenita* las que contienen partículas de entre 1 y 0.625 mm y *calcilitita* o *dololutita*, con partículas de menos de 0.635 mm¹²².

Las calizas pueden aparecer en diversos ambientes de deposición. Dentro de las calizas de facies litoral o marina escasamente profunda se encuentran las calizas constituidas por conchas y rodeadas de terrígenos que han experimentado un transporte. Se destacan aquí, ya que este tipo de formaciones son las que constituyen los Países Bajos¹²³. Asimismo, dentro de los sedimentos calizos puros se encuentran las calizas de los Cárpatos y Alpes y las cretas del Cretácico¹²⁴ del Noroeste de Europa¹²⁵.

¹²¹ NAVARRO GASCÓN, J. V., *op. cit.*, p. 12. SCOFFIN, T., *op. cit.*, pp. 8-11. ADAMS, A. E., MACKENZIE, W. S. y GUILFORD, C., *op. cit.*, p. 62.

¹²² INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA, *op. cit.* p. 8. WHITTEN, D. G. A. y BROOKS, J. R. V.: *Diccionario de Geología*, (versión española de Juan José Ruiz Olavide, revisión técnica de J. A. Martínez Álvarez y M. Gutiérrez Calverol), Madrid, Alianza Editorial, 1980, p. 41.

¹²³ INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA, (1976), *op. cit.* p. 15.

¹²⁴ El Cretácico constituye el tercer y último período del Mesozoico y se encuentra comprendido entre el Jurásico y el Eoceno. El período cretácico comprende entre 150-72 millones de años aproximadamente. EL Cretácico Superior se sitúa entre 72 y 110 millones de años aproximadamente. *Nueva Enciclopedia Larousse*, *op. cit.*, vol. 3, p. 2427.

¹²⁵ INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA, (1976), *op. cit.*, p. 16.

Creta Dentro de las calizas de origen bioquímico y con referencia a las que están constituidas fundamentalmente por fósiles¹²⁶, desde el punto de vista artístico y del conservador-restaurador resulta especialmente interesante la creta. Esta roca es una caliza de color blanco o blanco-grisáceo y de grano fino que, como se ha indicado, se forma durante el Cretácico. En ocasiones el término creta se aplica a calizas de otras edades¹²⁷. Los yacimientos del Noroeste de Europa tienen un espesor comprendido entre 330 y 450m¹²⁸.

La creta es una roca sedimentaria de origen marino, friable, que presenta escasa dureza, como ya se ha indicado (1.0-2.5). Está formada por limos o lodos constituidos por la acumulación de microorganismos y algas calcáreas en una matriz de calcita cristalina¹²⁹. Aunque puede presentar pequeñas cantidades de carbonato magnésico, arcillas y cuarzo¹³⁰, la creta se considera una caliza excepcionalmente pura¹³¹. Esta cualidad, junto a su escasa dureza, pudo contribuir a su abundante utilización en las preparaciones.

Foraminíferos Entre los microorganismos que componen la creta abundan los foraminíferos, que son protozoos cuyo esqueleto calizo suele medir entre 1mm y 10mm, aunque raramente sus dimensiones exceden de 1 mm. Son animales marinos unicelulares provistos de un caparazón calcáreo y que forman parte del zooplacton; dentro de éstos los más abundantes son los pertenecientes al género *globigerina* (fig. 9), del que existen cientos de especies. Su nombre deriva de la forma globular de su concha¹³². La zona de la Alta Saboya, en Francia, presenta calizas del Cretácico

¹²⁶ Existen numerosos tipos de fósiles que constituyen las calizas de origen bioquímico.

¹²⁷ WHITTEN, D. G. A., BROOKS, J. R. V., *op. cit.*, p. 64. *Glossary of geology*, (editores Margaret Gary, Robert McAfee Jr, y Carol L. Wolf), Washington, U. S. A, American Geological Institute, segunda impresión, 1973, p. 117.

¹²⁸ SANDERS, J. E. y FRIEDMAN, G. M., *op. cit.*, p. 235.

¹²⁹ *Glossary of geology, op. cit.*, p. 117. Véase también *The collector-s encyclopedia of rocks & minerals*, (ed. por A. F. L. Deeson, preparada por James R. Tindall, Annette Rogers y Eric Deeson), Gran Bretaña, David & Charles, 1973, p. 95. Uno de los primeros estudios realizados sobre el origen biológico de la creta fue llevado a cabo por Thomas Henry Huxley. V. "On a piece of chalk", *Macmillan's magazine*, 1868, en *Collected essays* VIII. 6/02/01. <http://aleph0.clarku.edu/CE8/chalk.html>.

¹³⁰ INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA, (1976), *op. cit.*, p. 16. Véase también SANDERS, J. E. y FRIEDMAN, G. M., *op. cit.*, pp. 234-235.

¹³¹ WHITTEN, D. G. A. y BROOKS, J. R. V., *op. cit.*, pp. 41 y 64.

¹³² SCOFFIN, T., *op. cit.*, pp. 20-21. VI. *Zooplankton permanente y zooplankton temporal*. 08/02/01. http://omega.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia2/35/htm/SEC_10.HTM

Superior ligeramente margosas y “cretáceas” que contienen foraminíferos, como los *globigerina*¹³³, prismas de *inoceramus* (lamelibranquios) y restos de otros organismos¹³⁴.

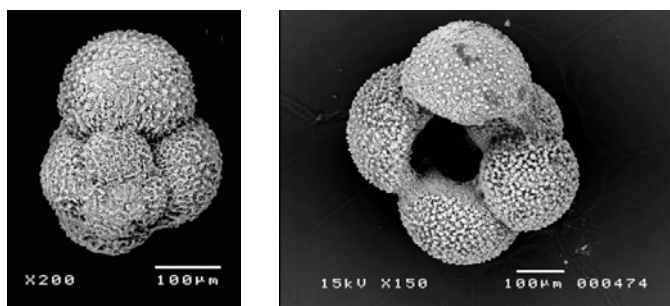


Fig. 9. Imágenes de *Globigerina bulloides* en MEB.

El otro componente característico de la creta son algas calcáreas unicelulares presentes en el fitoplacton y conocidas como cocolitofóridos. Son organismos que se consideran dentro del reino protista, ya que presentan cierta capacidad de fotosíntesis, como los vegetales y, por otra parte, se mueven con facilidad y se alimentan de partículas del medio como los animales. Tienen la capacidad de formar un esqueleto de carbonato de calcio sobre su estructura. Este esqueleto se denomina cocosfera y está formado por numerosas placas circulares o elípticas, cada una de las cuales se denomina cocolito. Estos cocolitos son los integrantes principales de la creta del cretáceo del Oeste de Europa¹³⁵. Cuando el cocolito presenta una perforación central se denomina tremalito, mientras que si carece de ella, discolito¹³⁶. Los cocolitos suelen medir entre 2μm-20μm de diámetro y están constituidos por cristales aplanados de entre 0.25 μm y 1μm de diámetro, por lo que únicamente suelen ser visibles mediante microscopía electrónica¹³⁷. Las calcisferas provienen de organismos similares a los cocolitofóridos, aunque presentan un tamaño mayor que

Cocolitofóridos

¹³³ La imagen de la fig. 9 ha sido extraída de *School of Ocean & Earth Science. University of Southampton. On line images of fossils specimens. Geology Collection/Planktonic Foraminifera/Mediterranean/Levantine Basin*, 4/11/03.

<http://www.soton.ac.uk/~bam2/col-index/fossi-lindex/Forams/Eelco/med-levantine/index.htm>

<http://www.soton.ac.uk/~bam2/col-index/fossi-lindex/Forams/Eelco/Mediterranean/index.htm>

¹³⁴ SANDERS, J. E. y FRIEDMAN, G. M., *op. cit.*, p. 236.

¹³⁵ SCOFFIN, T., *op. cit.*, p. 49.

¹³⁶ III. *El Fitoplancton como sintetizador de materia nutritiva*. 08/02/01.

[http://omega.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen1/ciencia 2/35/htm/SEC_7.HTM](http://omega.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen1/ciencia%202/35/htm/SEC_7.HTM), 1-13, p. 9.

¹³⁷ SCOFFIN, T., *op. cit.*, p. 49.

oscila entre 30 y 300 μm ¹³⁸. Los cocolitofóridos pertenecen a la división de las *Crisofitas* y dentro de éstas a la clase de las *Primnesofíceas*¹³⁹. Estas algas toman energía a partir de la fotosíntesis, de modo que el carbonato cálcico precipita tanto en el interior de las células (procesos metabólicos) como en su superficie (extracción del CO_2 del agua mediante la fotosíntesis). Existen numerosas especies de cocolitofóridos, cuyas características están definidas por las de los cocolitos que forman la cocsfera. Los cocolitos pueden presentar estructuras diversas, si bien su característica forma de disco se mantiene en la mayoría de los casos¹⁴⁰. El cocolitofórido más abundante es la *Emiliana huxley*. Los rabdolitos presentan una morfología similar, si bien en su centro sobresale un pequeño apéndice en forma de maza¹⁴¹.

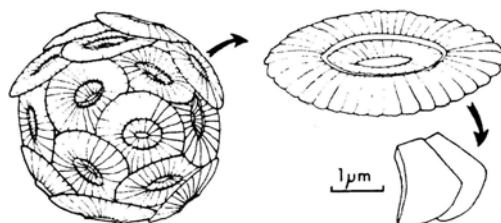


Fig. 10. Estructura de los cocolitofóridos: Cocsfera y cocolito¹⁴².

¹³⁸ *Ibidem*, pp. 49-50.

¹³⁹ III. *El Fitoplancton como sintetizador de materia nutritiva*, *op. cit.*, pp. 1-13.
Nanofósiles calcáreos, 19/11/02. <http://www.geocities.com/CapeCanaveral/La.../Nanofosiles.htm>
Higher classification of calcareous nannofossils, 2-12-04.
<http://www.google.es/search?q=cach.../INTRO.HTM+prymnesiophycidae&hl=es&ie=UTF>

¹⁴⁰ BLACK, M.: "Coccolitos", *Endeavour*, volumen XXIV, septiembre 1965, 131-136.

¹⁴¹ *Nueva Enciclopedia Larousse*, *op. cit.*, vol. 3, p. 2065.

¹⁴² Imagen tomada de SCOFFIN, T., *op. cit.*, p. 49.

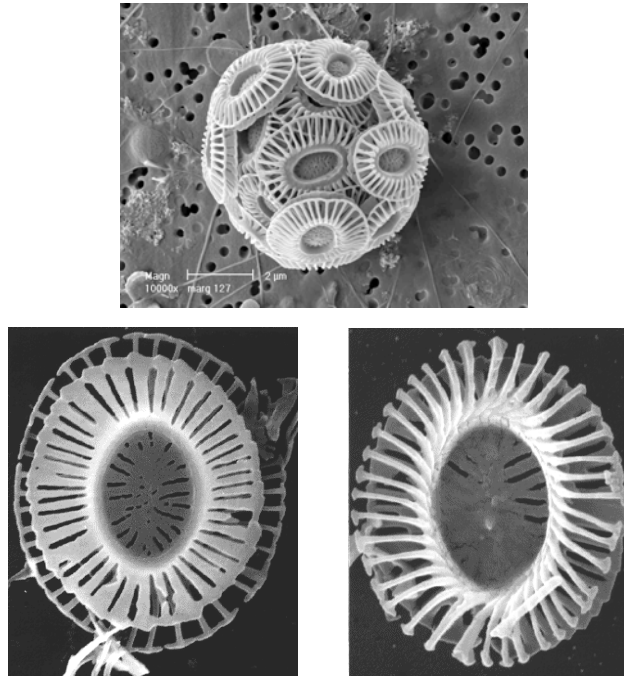


Fig. 11. Cocosfera y cocolitos del cocolitofórido *Emiliana huxley*¹⁴³.

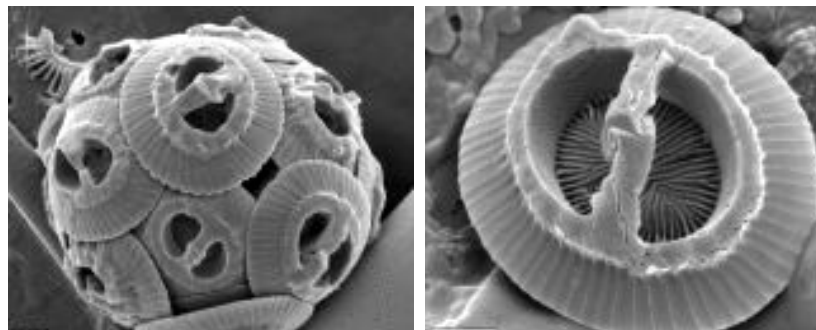


Fig. 12. Cocosfera y cocolito del cocolitofórido *Gephyrocapsa oceanica*.

Además de estos componentes de la creta, existen otros muchos organismos que producen carbonato de calcio. Entre éstos y a modo de ejemplo, pueden citarse los *Calpionellida* (protozoos pelágicos que presentan forma de vaso y aparecen en calizas del Jurásico y Cretácico), *cricoconarida*, que presentan forma de cono (1-80mm) y pueden hallarse en rocas del Paleozoico, moluscos (de los que existen numerosas clases como los bivalvos, gasterópodos, cefalópodos, etc.), braquiópodos (cuya concha suele medir menos de 10mm), equinodermos, briozoos (forman

*Otros organismos
que segregan
carbonato de
calcio*

¹⁴³ Las imágenes de esta figura y de la siguiente han sido tomadas de *Gephyrocapsa Oceanica*. 12-11-04.

www.nhm.ac.uk/hosted_sites/ina/CODENET/GidelImages/COrfen/source/108-1.htm

colonias de entre 1mm y 1m de diámetro), *cnidaria* (entre los que se encuentran corales y medusas), *porifera* (esponjas), *archaeocyathida*, *ascidiacea*, *crustacea* y *annelida*. Aunque los coccolitos están constituidos por calcita fundamentalmente, del mismo modo que otros organismos como los foraminíferos o los braquiópodos, otros organismos pueden estar compuestos por aragonito, como numerosos grupos de moluscos (cefalópodos, gasterópodos etc.)¹⁴⁴.

Ciertos organismos pueden estar presentes en las calizas, aunque no segregan carbonato cálcico. Entre éstos pueden citarse algunas clases de esponjas, que pueden estar constituidas por material silíceo, los radiolaria (protozoos), también integrados por este material, diatomeas (algas microscópicas que presentan un armazón externo constituido por sílice¹⁴⁵), conodontos (constituidos por fosfato cálcico en una matriz orgánica) y restos de vertebrados como escamas de pescado, huesos, etc.¹⁴⁶.

En ocasiones se confunde la creta con diatomita, también denominada tierra de Trípoli o de diatomeas. Esta última, sin embargo, como se ha indicado, es una roca silícea que resulta especialmente llamativa al microscopio electrónico, ya que los esqueletos de las plantas acuáticas que la constituyen pueden presentar las más diversas formas.

Tamaño de las
partículas de
creta

Volviendo a la creta, quizás el tipo de caliza de mayor interés para el estudioso de las preparaciones del Norte de Europa, hay que señalar que gran parte de sus partículas constituyentes presentan un tamaño muy reducido. Así, M. Glack y Barnes trataron de separarlas, llegando a la conclusión de que únicamente una pequeña parte del material presentaba un tamaño de partícula comprendido entre 1.0 y 0.1mm. Algunos foraminíferos, conchas de inoceramus (lamelibranquios) y otras especies pueden presentar un tamaño comprendido entre 0.1 y 0.01 mm. Sin embargo, la mayor parte del material consiste en agregados de cocolitos, con un tamaño aproximado de 6μ, así como cocolitos y fragmentos de éstos, que pueden presentar dimensiones de 1μ¹⁴⁷.

¹⁴⁴ SCOFFIN, T., *op. cit.*, pp. 15-52. El autor realiza una completa revisión de estos organismos indicando, entre otras características, su composición, tamaño y época en que se desarrollaron entre otros datos. V. también ADAMS, A. E., MACKENZIE, W. S. y GUILFORD, C., *op. cit.*, pp. 39-53. *Paleontología*, 19/11/02.
<http://216.239.33.100/search?q=cache:LMET9xdQ.../paleon.shtml+cocolito%C3%B3ridos&hl=esie=UTF->

¹⁴⁵ III. *El Fitoplancton como sintetizador de materia nutritiva*, *op. cit.*, p. 4.

¹⁴⁶ SCOFFIN, T., *op. cit.*, pp. 50-52.

¹⁴⁷ SANDERS, J. E. y FRIEDMAN, G. M., *op. cit.*, pp. 235-236.

Respecto a las dolomías, aún no se ha determinado su origen. El tipo de dolomía más frecuente es la denominada secundaria, que se produce como consecuencia de las sustituciones de calcio por magnesio. En la mayoría de los casos procede del reemplazo de diversos minerales, pero fundamentalmente de calcita. Durante este proceso se produce una recristalización¹⁴⁸.

Origen de las dolomías

La dolomitización tiende a transformar las texturas anteriores de modo que únicamente se mantengan ciertos rasgos. Los oolitos y fósiles en general ya dolomitizados reflejan escasamente su forma original. Si bien las dolomías carecen de fósiles, en algunos ejemplares pueden apreciarse moldes externos e internos de los mismos¹⁴⁹. A este respecto Pettijohn señala que la prueba de que se ha producido el reemplazo de la caliza es que ningún organismo segrega dolomita¹⁵⁰.

Este autor refiere que, cuando se produce la recristalización, el producto final consiste en una estructura granoblástica¹⁵¹. La recristalización puede producirse de forma completa, de modo que las partículas de dolomita forman un mosaico en el que los cristales presentan forma euhedral¹⁵², o de forma incompleta en la que se aprecian estos euhedras (porfidoblastos)¹⁵³ con morfología heterogénea en una inalterada matriz de calcita. Los componentes calcíticos se eliminan de forma selectiva, con lo que en las dolomitas puede observarse cierta porosidad. La dolomita suele presentar cristales con secciones en forma de rombo¹⁵⁴.

Calcita y dolomita, además de aparecer como rocas sedimentarias, pueden existir en forma de la roca metamórfica denominada mármol, que se constituye a partir del metamorfismo de calizas y dolomías.

Mármol

¹⁴⁸ FRIEDMAN, G. M. y SANDERS, J. E.: "Origin and occurrence of dolostones", en *Developments in Sedimentology. Carbonate Rocks. Origin, Occurrence and Classification*, 9A. (ed. por George V. Chilingar, Harold J. Bissell y Rhodes W. Fairbridge), Amsterdam etc., Elsevier Publishing Company, 1967, 267-348. SCOFFIN, T. P., *op. cit.*, pp. 132-137.

¹⁴⁹ PETTIJOHN, F. J., *op. cit.*, pp. 419-422.

¹⁵⁰ *Ibidem*, p. 423.

¹⁵¹ *Ibidem*, p. 419-422. Granoblástica: En este tipo de estructura los cristales, equidimensionales, forman un mosaico con tendencia al empaquetamiento hexagonal. Definición de NAVARRO GASCÓN, J. V., *op. cit.*, p. 15.

¹⁵² Euhedral: Cristales que presentan caras bien desarrolladas. Definición de *ibidem*, p. 3.

¹⁵³ Porfidoblastos: Textura en la que la matriz envuelve cristales de mayor tamaño. Definición de *ibidem*, p. 15.

¹⁵⁴ ADAMS, A. E., MACKENZIE, W. S. y GUILFORD, C., *op. cit.*, p. 71.

Además de estos integrantes, los mármoles pueden presentar numerosos minerales asociados, como cuarzo¹⁵⁵, mica¹⁵⁶, epidota¹⁵⁷, clorita¹⁵⁸, talco¹⁵⁹, vesubiana¹⁶⁰, wollastonita¹⁶¹, etc.

Son rocas que presentan textura granoblástica¹⁶², integrada por cristales que configuran un mosaico poligonal¹⁶³. Las variedades ricas en silicatos pueden presentar texturas diablásticas¹⁶⁴, nematoblásticas¹⁶⁵ o peciloblástica¹⁶⁶.

El tamaño de los granos puede oscilar entre grande, de los mármoles sacaroides, y fino¹⁶⁷.

Yacimientos
de mármol en
España

Su distribución mundial es muy heterogénea, existiendo mármoles blancos sacaroides, por ejemplo, en los Alpes y Grecia. En general, en España, los principales yacimientos de calizas marmóreas y mármol se encuentran en el Norte, Sureste de la Península y el Levante. Los yacimientos más conocidos de mármol blanco sacaroideo se encuentran en Almería y Málaga, gris en Guipúzcoa, Córdoba, Vizcaya y Alicante, negro en Vizcaya y Valencia, marfil en Alicante, beige en Madrid, Castellón y Gerona, rojo en Alicante y Guipúzcoa, rosáceo en Guipúzcoa,

¹⁵⁵ SiO₂. Véase MOTTANA, A., CRESPI, R. y LIBORIO, G., *op. cit.*, ficha 71.

¹⁵⁶ Mica: «Grupo de minerales filosilicatos de exfoliación muy fácil». *Nueva Enciclopedia Larousse*, *op. cit.*, vol. 7, pp. 6523-6524.

¹⁵⁷ Ca₂FeAl₂[O | OH | SiO₄ | Si₂O₇]. Véase MOTTANA, A., CRESPI, R. y LIBORIO, G. *op. cit.*, ficha 185.

¹⁵⁸ Clorita: «Grupo de aluminosilicatos de origen metamórfico en los que predomina el hierro o a veces el manganeso, que se presenta en láminas de color verde, flexibles, pero no elásticas». *Nueva Enciclopedia Larousse*, *op. cit.*, vol. 3, p. 2045.

¹⁵⁹ Mg₃[(OH)₂ | Si₄O₁₀]. MOTTANA, A., CRESPI, R. y LIBORIO, G. *op. cit.*, ficha 231.

¹⁶⁰ Ca₁₀(Mg, Fe)₂Al₄[(OH)₄ | (SiO₄)₅ | (Si₂O₇)₂]. *Ibidem*, ficha 189.

¹⁶¹ Ca₃[Si₃O₉]. *Ibidem*, ficha 221.

¹⁶² Ya ha sido definido este término con anterioridad.

¹⁶³ NAVARRO GASCÓN, J. V., *op. cit.*, p. 18.

¹⁶⁴ En la textura diablástica los minerales, fibrosos o aciculares, orientados en todas direcciones, se encuentran estrechamente ligados entre sí. Véase MOTTANA, A., CRESPI, R. y LIBORIO, G. *op. cit.*, p. 597.

¹⁶⁵ Textura nematoblástica: Los minerales se orientan en la misma dirección. Véase *ibidem*, p. 601.

¹⁶⁶ Textura peciloblástica: Está constituida por porfidoblastos llenos de inclusiones. *Ibidem*, p. 602. Se define inclusión como partícula sólida (orgánica, inorgánica, cristalina o amorfa), líquida o gaseosa incluida en un mineral. *Ibidem*, p. 600.

¹⁶⁷ *Ibidem*, ficha 371.

etc. Algunas de las denominaciones que se aplican a estos materiales son «Rojo alicante» de Novelda (Alicante), «Bronceado», de Atarfe (Granada), «Loja» de Loja (Granada), «Beig Serpiente» de Bullas (Murcia), «Rojo Cehegín» o «Rojo Laborda» de Cehegín (Murcia), «Coralito» de El Cantón (Alicante), etc¹⁶⁸.

Aunque generalmente el mármol se utiliza en forma de placas en el ámbito de la construcción, también se emplea en la fabricación de cal, siguiendo el método de preparación del carbonato cálcico sintético que será expuesto más adelante.

Durante el proceso de formación de las calizas, el carbonato cálcico puede cristalizar directamente como material pétreo¹⁶⁹. Entre los diferentes materiales a que dan lugar estos procesos, en este estudio se hace referencia al coral y travertino por su utilización en el campo artístico y decorativo.

El travertino, ya mencionado en párrafos anteriores (v. fig. 8) es un término que se refiere a las acumulaciones en forma de piedra que se producen en cuevas, manantiales, lagos y ríos, debido a procesos orgánicos e inorgánicos. En su estructura se aprecia una fuerte compactación entre bandas, diferenciables por el tamaño de los granos o las impurezas que pudieran aparecer¹⁷⁰.

Travertino

El travertino aparece en Italia (Tivoli), Francia (Vichy), Checoslovaquia (Karlsbad), etc.¹⁷¹. Se utilizó en la antigua Roma (si bien en época tardía), donde era considerada una piedra de lujo, fundamentalmente en la República. En la época Imperial su destino fue, fundamentalmente, los edificios públicos (anfiteatro Flavio, teatro de Marcelo, etc.). Actualmente, su empleo mayoritario se da en la construcción siendo aplicado, generalmente, en revestimientos y en la fabricación de objetos ornamentales. En el apartado dedicado a su empleo se constatará su estima como material artístico en la elaboración de lacas.

Con referencia al coral, se ha utilizado como pigmento en Japón. R. J. Gettens, E. West y R. J. Feller analizaron una muestra del pigmento denominado *sango* (coral) y los resultados concluyeron que se trataba de calcita¹⁷².

Coral

¹⁶⁸ IGME, (1988), *op. cit.*, p. 113. *Nueva enciclopedia Larousse.*, *op. cit.*, vol. 6, p. 6236.

¹⁶⁹ SANDERS, J. E. y FRIEDMAN, G. M., *op. cit.*, pp. 174-175.

¹⁷⁰ *Ibídem*, pp. 176-177. MOTTANA, A., CRESPI, R. y LIBORIO, G., *op. cit.*, ficha 332.

¹⁷¹ SANDERS, J. E. y FRIEDMAN, G. M., *op. cit.*, p. 177.

¹⁷² Estos autores aportan datos muy interesantes no sólo sobre el coral, sino sobre otros pigmentos a base de carbonato cálcico en su excelente trabajo. Véase GETTENS, R. J., WEST FITZHUGH, E. y

A continuación, se mencionarán, brevemente, otras fuentes de carbonato cálcico que también han sido utilizadas dentro del ámbito artístico. En general, en los tratados artísticos, así como en algunos estudios consultados, se alude a ellos especialmente por su aplicación en los estratos pictóricos y no tanto por su uso en las preparaciones.

II. 2.2. Otras fuentes de carbonato cálcico natural

*Conchas de
moluscos*

Otra fuente de pigmento a base de carbonato cálcico natural son las conchas de moluscos de tamaño superior a los referidos con anterioridad. Se ha utilizado tanto la concha interna como la externa. Actualmente el pigmento obtenido mediante el empleo de la concha externa se emplea en Japón, denominándose «gofun»; se prepara siguiendo un sencillo proceso que comprende la selección de la materia prima, su molienda y clasificación mediante levigación, de acuerdo a su tamaño de partícula¹⁷³.

El blanco de conchas presenta al microscopio una apariencia fibrosa. Se ha utilizado en la elaboración de tintas, así como en la fabricación de juguetes. Aunque se desconoce el momento en que comenzó a utilizarse, parece ser que en la Edad Media se empleaba en pintura mural (Japón)¹⁷⁴. Más adelante se expondrá el uso, tanto de la concha externa de los moluscos como de la interna (sepia), en el ámbito de la pintura occidental.

FELLER, R. L.: "Calcium carbonate whites", en *Artists' pigments. A handbook of their history and characteristics*, (ed. Ashok Roy), Nueva York, National Gallery of Art, volume 2, 1993, 203-226. p. 208.

¹⁷³ *Ibidem*, p. 207.

¹⁷⁴ *Ibidem*.

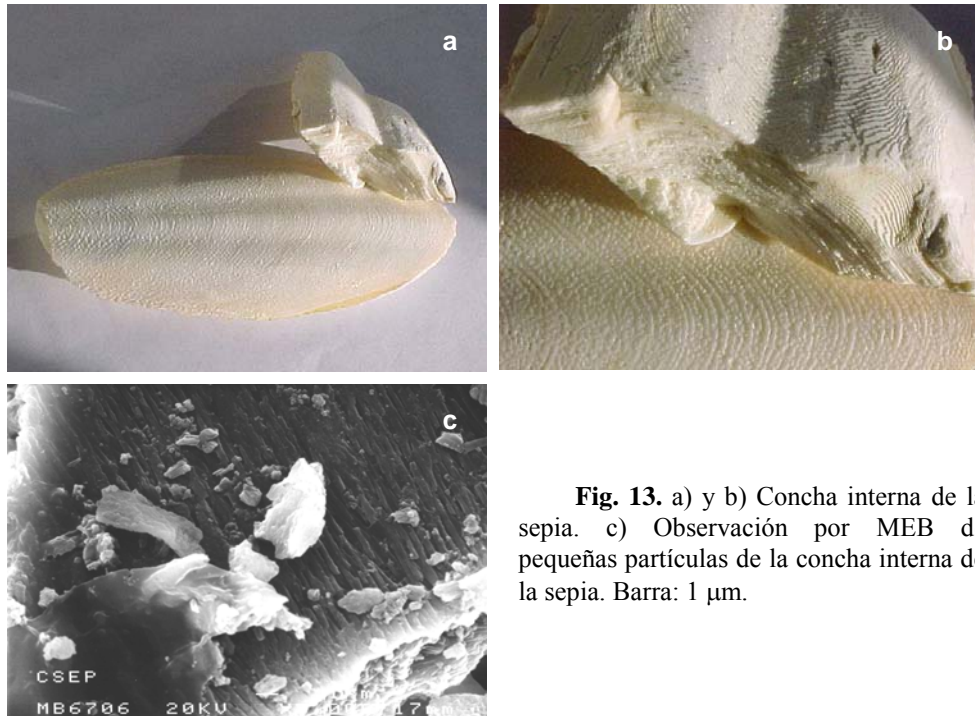


Fig. 13. a) y b) Concha interna de la sepia. c) Observación por MEB de pequeñas partículas de la concha interna de la sepia. Barra: 1 μm .

El blanco de cáscaras de huevo es otra fuente de carbonato cálcico empleada como pigmento. Ha sido utilizado para realizar mosaicos, como pigmento en pintura mural, como sustrato en la elaboración de lacas y en los estratos de preparación, como se explicará más detalladamente en el capítulo IV.

*Cáscara de
huevo*

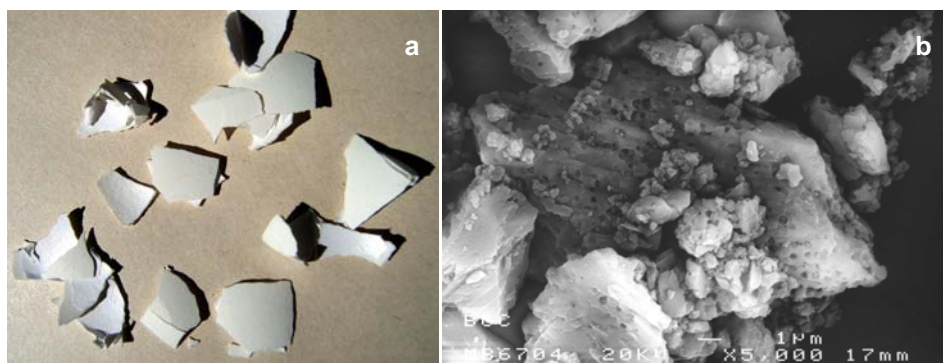


Fig. 14. a) Cáscaras de huevo. b) Observación por MEB de pequeñas partículas molidas de cáscara de huevo. Barra: 1 μm . Pueden apreciarse los poros del material.

Actualmente, como ya se ha indicado, las utilidades que se dan al carbonato de calcio natural son las de piedra para construcción, fabricación de cristal, cemento,

industria del papel, plásticos y pigmentos¹⁷⁵. Cuando se utiliza como pigmento o carga, el tamaño de partícula ha de ser reducido, estableciéndose en 44µm como máximo¹⁷⁶. Aunque la mayor parte del carbonato cálcico procesado es calcita, también se emplean aragonito y dolomita¹⁷⁷.

*Tratamiento de
la caliza para
su empleo*

El proceso de obtención del material en forma de polvo pasa por someterlo a un tratamiento que consiste en una trituración, lavado y selección preliminares, tras lo cual el producto puede transformarse en polvo por vía seca o húmeda. En ambos casos puede emplearse un molino de bolas. Si se utiliza la vía seca, se emplea una corriente de aire para separar las partículas de acuerdo a su tamaño y peso. Las más gruesas se muelen nuevamente. Mediante este método se producen diversos tipos de carbonato cálcico.

El procedimiento por vía húmeda implica el empleo de tanques con agua que, a la vez que eliminan numerosas impurezas, separan en fracciones las partículas de carbonato, de acuerdo a su tamaño de partícula y peso, del mismo modo que en el caso anterior. A continuación, se seca el material, pudiendo añadirse previamente estabilizadores y dispersantes. Este último proceso proporciona una mayor blancura al producto, si bien resulta más caro.

*Tratamiento de
la creta para
su empleo*

La creta, como roca caliza que es, requiere el tratamiento descrito. Sin duda, la simplicidad del proceso contribuyó al empleo masivo de este tipo de roca en las preparaciones. Actualmente se emplean la vía seca y la húmeda. El primer sistema consiste en secar el material, molerlo y calibrarlo mediante una corriente de aire o un cedazo. Por vía húmeda, se somete el material a levigación y se filtra y seca¹⁷⁸. Su trituración puede dar lugar a la pérdida de la morfología de los fósiles de modo que, en ocasiones, el material visto al microscopio no revela la anterior existencia de los mismos.

*Blanco de
España*

Algunas de las denominaciones más comunes de los productos comercializados que responden a la composición de carbonato cálcico son: «blanco de España» o «Spanish White», «whiting», «creta» y «carbonato cálcico precipitado»

¹⁷⁵ NORTH, R. B., *op. cit.*, pp. 83-84.

¹⁷⁶ *Ibidem*, p. 83.

¹⁷⁷ *Ibidem*, p. 87.

¹⁷⁸ Estos procesos son descritos en *Ibidem*, pp. 85-87. V., asimismo CHARRIN, V.: "Matières de charge naturelles", en *Chimie des peintures, vernis et pigments*, 2t., (ed. G. Champetier, y H. Rabaté), París, Dunod, 1956, tomo II, 548-576, p. 554.

o «creta precipitada». Así, el *Diccionario de Química* de N. Irving Sax y R. J. Lewis considera sinónimos los términos «Spanish White» y «whiting» e indica que la fracción más fina se denomina «blanco de París». Según este texto, los productos mencionados se han obtenido tradicionalmente a partir de creta, aunque actualmente se obtenga a partir de una caliza (no específica de qué tipo) o calcita pura¹⁷⁹. Aunque, como ya se ha indicado, cerca de París existieron yacimientos de yeso que pudieron dar lugar a la denominación «yeso de París», asimismo, como se verá en el capítulo IV, también cerca de París existen importantes yacimientos de carbonato de calcio que han dado lugar al empleo de la denominación «blanco de París» para el material constituido por carbonato de calcio. La denominación «creta preparada» alude a un polvo impalpable y fino obtenido a partir de la pulverización de cualquier forma natural de carbonato de calcio¹⁸⁰. Algunos autores señalan que, en la elaboración del pigmento denominado, «Spanish White» («Blanco de España»), «Paris White» («Blanco de París»), o «Whiting» se emplea generalmente una caliza blanca como la creta o también calizas oolíticas¹⁸¹. Sin embargo, otros textos indican que la creta, considerando este término como sinónimo de «blanco de España» y «de París», está constituida por residuos de conchas marinas¹⁸².

Creta preparada

Existe, por tanto, cierta confusión en cuanto a la terminología referente al carbonato cálcico y la clase de roca o fuente de la que se obtiene. La confusión se incrementa con las traducciones incorrectas de estos vocablos. Así, en el caso de la investigación recogida en esta memoria, cuando se ha solicitado creta a empresas productoras, los productos suministrados han sido caracterizados mediante MEB-DEX como una mezcla de carbonato cálcico acicular mezclado con tierra de diatomeas o, simplemente, como carbonato de calcio en el que no se aprecia la existencia de fósiles. En un caso, asimismo, el producto designado como creta está constituido, en realidad, por sulfato de calcio (figs. 15-19).

Confusión en la terminología empleada para designar el carbonato de calcio

¹⁷⁹ *Hawley diccionario de química y de productos químicos*, (rev. por N. Irving Sax y Richard J. Lewis, trad. del inglés al español por Luis García Ramos y Rosana Tulla), Barcelona, Omega, 1993, p. 145. STEWART REMINGTON, J. y FRANCIS, W.: *Pigments, their manufacture, properties and use*, Londres, Leonard Hill Limited, 1954, p. 64.

Carbonato de calcio, 19/06/01. <http://www.mundopintura.com/Servicios/carbonat.htm>

¹⁸⁰ *Hawley diccionario de química y de productos químicos*, op. cit., p. 281.

¹⁸¹ STEWART REMINGTON, J. y FRANCIS, W., op. cit., pp. 63-64.

¹⁸² *Carbonato de calcio*, 19/06/01, op. cit.

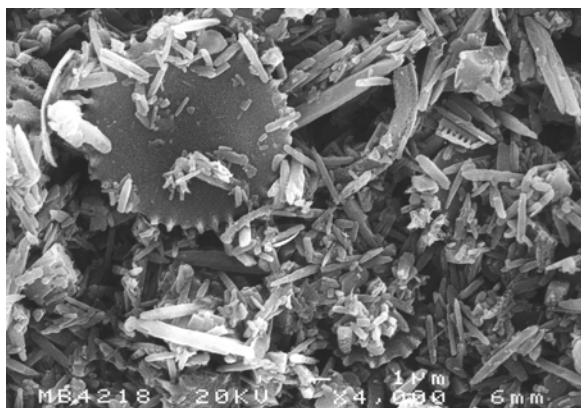


Fig. 15. La imagen corresponde a un producto suministrado como creta. Fabricante: *S. A. Reverté Productos Minerales*. Barra: 10 μ m. El microanálisis por DEX (dispersión de energía de rayos X) determinó que los fósiles que pueden apreciarse corresponden a tierra de diatomeas, mientras que los cristales de morfología acicular están constituidos por carbonato de calcio.

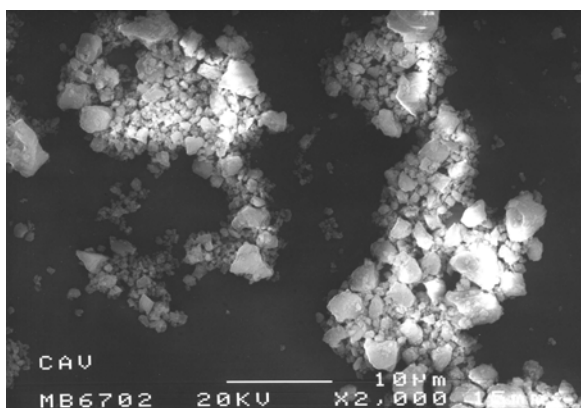


Fig. 16. La imagen corresponde a un producto comercializado como creta (ref. CAV). Fabricante: *Agroquímicas del Vallés*. Barra: 10 μ m. Aunque el microanálisis por DEX determinó que se trataba de un material calizo, no se aprecia la existencia de fósiles.

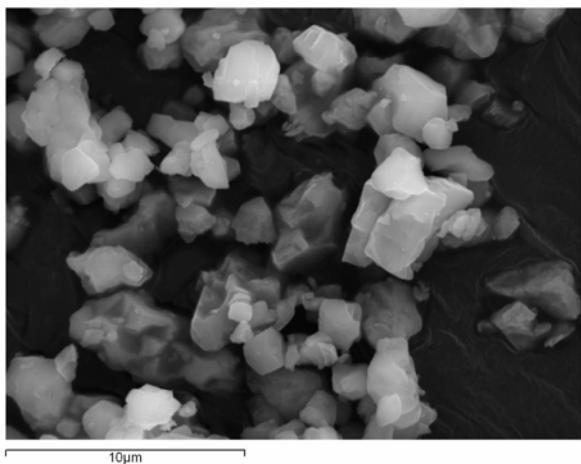


Fig. 17. La imagen corresponde a un producto comercializado como *Caremi. Creta blanca española* (ref. CARCBE). Barra: 10 μ m. Aunque el microanálisis por DEX determinó que se trataba de un material calizo, tampoco en este caso se aprecia la existencia de fósiles. Podría tratarse de carbonato cálcico precipitado.

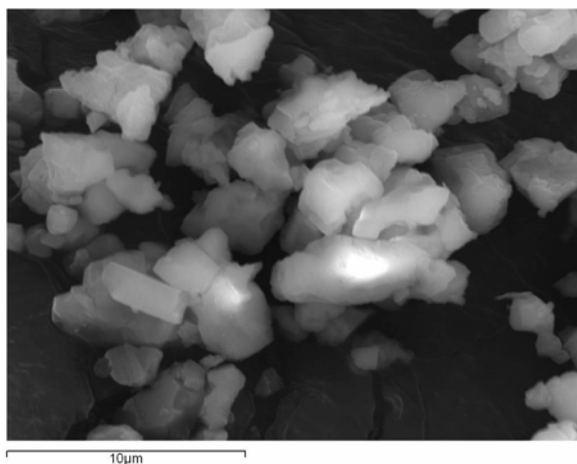


Fig. 18. La imagen corresponde a un producto comercializado como *Caremi. Carbonato cálcico micronizado (Blanco de España)* (ref. CARCCM). Barra: 10μm. Las partículas son de muy pequeño tamaño y no presentan una morfología específica, aunque se asemejan a las observadas en la figura correspondiente al producto comercializado como *Caremi. Creta blanca española* (ref. CARCBE). El microanálisis por DEX reveló que el material estaba constituido por carbonato de calcio.

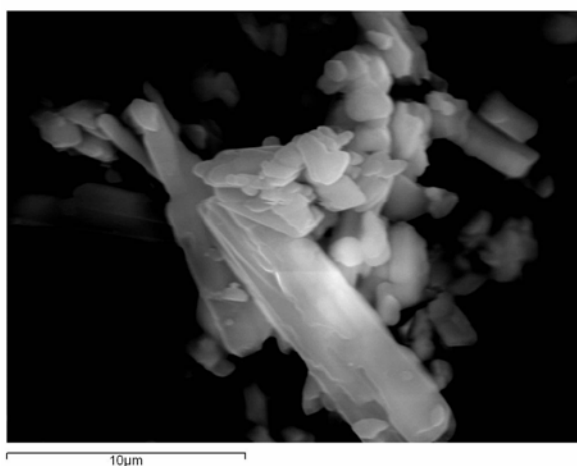


Fig. 19. La imagen corresponde a un producto comercializado como *Caremi. Creta boloñesa extra* (ref. CARCBEX). Barra: 10μm. Se observa una morfología característica correspondiente al yeso dihidrato. El microanálisis por DEX reveló que el material estaba constituido por sulfato de calcio.

En el capítulo IV dedicado, entre otros temas, al empleo del carbonato cálcico en preparaciones y otras aplicaciones, se hace referencia al blanco de España y los sinónimos con los que ha sido conocido tradicionalmente.

II. 2.3. Carbonato cálcico de origen sintético

Carbonato
cálcico de
origen sintético

Uno de los tipos de carbonato cálcico más importantes desde el punto de vista industrial es el carbonato cálcico de origen sintético. Es un pigmento artificial del que, como se verá en el capítulo IV, existen alusiones muy tempranas relativas a su empleo y elaboración.

Sus partículas presentan mayoritariamente morfología acicular (aragonito) o cúbica (calcita) y un tamaño del orden de entre 0.03 a 0.1 μm ¹⁸³.

Método de
obtención

C. Thieme y G. Aumann consideran que la primera vez que se produjo el pigmento fue en 1850, mediante la transformación de cloruro de calcio con carbonato de sodio. Se trata de un proceso desarrollado por J. y E. Sturge y, según Thieme y Aumann, fue reemplazado por el actualmente empleado, directo, consistente en calentar la caliza por encima de 900°, obteniéndose cal viva, que se apaga en agua y reacciona posteriormente con dióxido de carbono atmosférico, dando lugar de nuevo a carbonato cálcico¹⁸⁴.

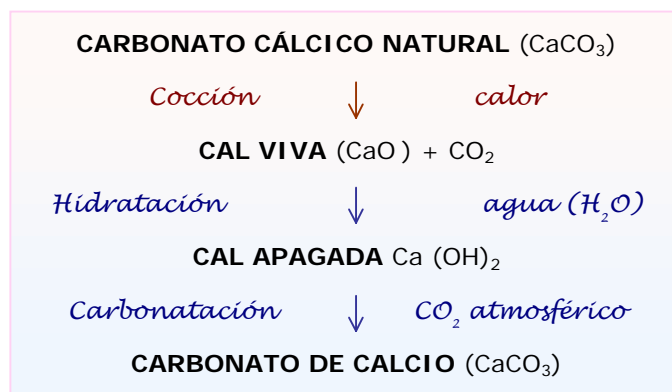
Como se verá más adelante, este último proceso del tratamiento del material aparece ya descrito en tratados tan antiguos como el de Cennino Cennini. Se produce de la misma manera en que se da la carbonatación en muro de la pintura al fresco.

En este último proceso, la cal apagada con agua y mezclada con arena carbonata envolviendo los pigmentos. La arena mezclada con la cal permite que el dióxido de carbono penetre entre los poros del material de modo que se produzca la carbonatación en profundidad.

Este sistema de elaboración del carbonato cálcico precipitado incluye el de la elaboración de la cal viva y la cal apagada:

¹⁸³ THIEME, C. y AUMANN, G.: "Precipitated calcium carbonate", en *Pigment handbook. Properties and economics*, (editado por Peter A. Lewis), Nueva York, etc., John Wiley & Sons, 1988, 97-109, pp. 101-107. PETIT, J., ROIRE, J. y VALOT, H.: *Des liants et des couleurs pour servir aux artistes peintres et aux restaurateurs*, Dijon-Quetigny, Erec éditeur, 1995, p. 71. *Mundopintura.com*, 19/06/01. <http://www.mundopintura.com/Servicios/carbonat.htm>

¹⁸⁴ C. THIEME y G. AUMANN, *op. cit.*, p. 97.



Otros métodos actuales de fabricación del pigmento producen carbonato cálcico, generalmente, como un producto secundario. Es el caso de la fabricación de ciertos fertilizantes, así como de la sosa Solvay. Durante la fabricación de la sosa cáustica se produce carbonato cálcico cuando se añade cal apagada a la sosa¹⁸⁵.

Producción de carbonato cálcico como producto secundario

El carbonato de calcio precipitado presenta una morfología y tamaño de partícula más uniforme que el natural, así como una mayor pureza (fig. 20). Al microscopio pueden observarse las partículas de morfología cúbica de calcita y las aciculares de aragonito¹⁸⁶. Actualmente se emplea abundantemente con diversas resinas de silicona, poliuretanos, policacrilatos, así como en la industria del papel.

Morfología de las partículas del carbonato cálcico precipitado

Hoy en día el mercado del carbonato cálcico precipitado (PCC o CCP) está en decadencia, ya que está siendo sustituido por los ultramicronizados naturales que cada vez presentan mejores propiedades a un coste más reducido¹⁸⁷.

¹⁸⁵ C. THIEME y G. AUMANN describen detalladamente estos procesos. *Ibidem*, p. 99. Hawley *diccionario de química y de productos químicos*, op. cit., p. 183.

¹⁸⁶ C. THIEME y G. AUMANN, op. cit., pp. 101-107.

¹⁸⁷ *Rocas y minerales industriales de España*, 25/05/02, op. cit.

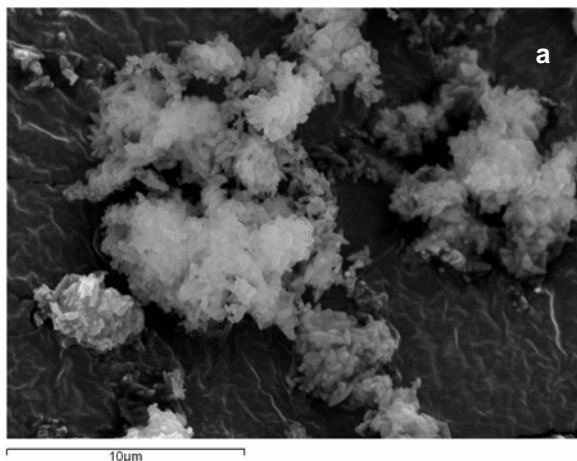
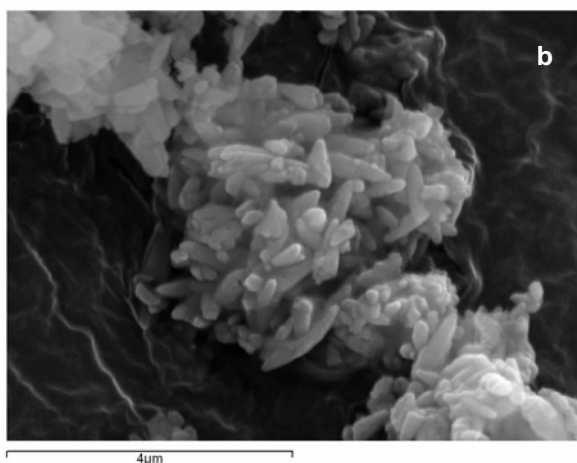


Fig. 20. La imagen corresponde a un producto comercializado como *Caremi*. Carbonato cálcico precipitado (ref.: CARCCP)

a) Barra: 10µm.

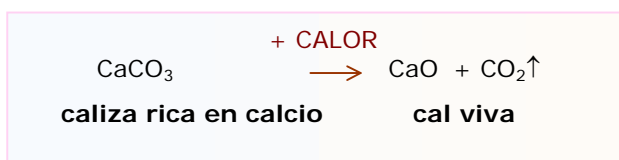


b) Barra: 4µm. Puede apreciarse la morfología homogénea y de las partículas, de muy reducidas dimensiones.

Resulta, por tanto, muy interesante, si bien puede revestir cierta complejidad, la identificación de los materiales constituidos por carbonato de calcio que no se diferencian por su composición química pero sí a través de la diferente morfología de sus partículas y la mayor o menor homogeneidad de las mismas. La creta, quizás uno de los más importantes desde el punto de vista de la conservación-restauración y el estudio de preparaciones, puede llegar a identificarse mediante microscopía electrónica, que permite la observación de los fósiles y fragmentos de fósiles que la constituyen.

II. 2.4. La cal

Continuando con la idea expuesta en párrafos anteriores, la elaboración del carbonato de calcio sintético mediante el último método referido se basa en una de las propiedades más interesantes de calizas y dolomías: su descomposición térmica, que se produce por un tratamiento de cocción. Mediante este proceso, la caliza se descompone bajo la acción del calor y produce cal viva (CaO) liberando dióxido de carbono (CO₂), según la reacción:



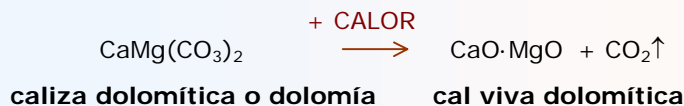
Esta reacción es reversible y endotérmica, por lo que para que se produzca en sentido directo es necesario suministrar calor, mientras que en sentido inverso el proceso es espontáneo y se produce con desprendimiento de energía. Puesto que tanto la caliza como la cal viva se encuentran en estado sólido, el equilibrio viene regido por la presión parcial del CO₂, siendo $K_p = P_{\text{CO}_2}$. Los valores de P_{CO_2} en el equilibrio aumentan al hacerlo la temperatura de cocción; es decir, a mayor temperatura se incrementa el proceso de descomposición. A la temperatura de 850-900°C y 1 atm de presión, el equilibrio se desplaza en el sentido de la formación de cal viva; sin embargo, en la práctica se intensifica este desplazamiento trabajando a temperaturas más elevadas (1000-1200°C), que favorecen cinéticamente el proceso. Asimismo, la descomposición se anticipa mediante la eliminación continua del CO₂ producido¹⁸⁸.

*Temperatura de
obtención de la
cal*

Cuando el carbonato cálcico de partida contiene carbonato de magnesio o magnesita, la disociación depende de su pureza y humedad y se produce a temperaturas inferiores a las del carbonato cálcico, oscilando entre 402 y 480°C¹⁸⁹:

¹⁸⁸ VIAN, A., *op. cit.*, pp. 129.

¹⁸⁹ INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA, (1976), *op. cit.*, p. 42. F. Arredondo indica que la temperatura es del orden de los 750°C. ARREDONDO Y VERDÚ, F., *op. cit.*, p. 66.



*Hornos para la
cocción de la cal*

En la actualidad, los hornos que se utilizan en la cocción de calizas son fundamentalmente de tipo continuo, como los rotatorios, y verticales. Estos últimos producen un material abundante y de gran calidad¹⁹⁰. Sin embargo, los hornos más tradicionalmente empleados eran los rudimentarios, que son de tipo intermitente. Estos hornos están constituidos por un hogar donde se quema la leña, sobre el que se disponen alternativamente capas de caliza y carbón. La superficie exterior se recubre con tierra o barro. La cocción en estos hornos suele durar una semana.

Existen diversos factores que influyen sobre la conducción del horno, como son el tamaño y calidad de la caliza y del combustible¹⁹¹. Hay que señalar que, como paso previo a su cocción, la caliza requiere una trituración, que puede ir seguida de una molienda. Esta fase puede realizarse tanto en cantera como en fábrica¹⁹².

Hornos para cal	
<p>◆ Intermitentes</p> <ul style="list-style-type: none"> ▸ Rudimentarios ▸ De Cuba 	<p>◆ Continuos</p> <ul style="list-style-type: none"> ▸ Verticales ▸ Rotatorios

¹⁹⁰ VIAN, A., *op. cit.*, pp. 129.

¹⁹¹ ARREDONDO Y VERDÚ, F., *op. cit.*, p. 68.

¹⁹² *Ibidem*, p. 66.

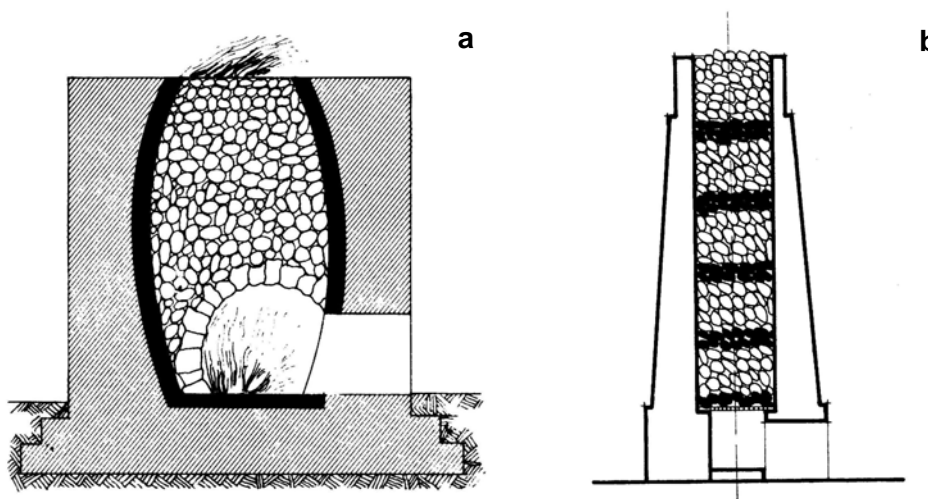


Fig. 21. a) Horno de cuba. b) Horno vertical.

En los hornos rudimentarios y de cuba puede emplearse leña o carbón, aunque el producto obtenido, en el primer caso, presenta una deficiente calidad. En los hornos verticales, además de carbón, pueden emplearse combustibles sólidos con materias volátiles (11-13%). En algunos hornos de este tipo se emplea gas. Los hornos rotatorios se utilizan en grandes producciones y dan lugar a un material de gran calidad. Como combustible puede emplearse carbón, aceite pesado y gas¹⁹³.

Dependiendo del tipo de caliza de partida (calcítica o dolomítica) y de la presencia de otro tipo de minerales asociados, se pueden obtener distintos tipos de cal viva. Estos tipos se diferencian en su composición y, especialmente, en la forma en que se lleva a cabo el proceso de fraguado, por el que la cal apagada Ca(OH)_2 se transforma nuevamente en CaCO_3 . Asimismo, hay que indicar que las impurezas presentes en la cal viva pueden tener su origen en el combustible utilizado o bien proceder de las que contuviera la caliza¹⁹⁴.

La cal viva puede presentarse en forma de trozos más o menos grandes, denominándose cal en terrones¹⁹⁵. El material de elevado grado de pureza (cal aérea) Cal grasa y magra

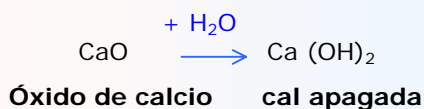
¹⁹³ *Ibídem*, pp. 67-71. Las imágenes anteriores se han extraído de *ibídem*, pp. 69-70.

¹⁹⁴ INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA, *op. cit.*, p. 44.

¹⁹⁵ ARREDONDO Y VERDÚ, F., *op. cit.*, p. 63.

que contiene como máximo el 5% de óxido magnésico se denomina cal grasa. Si el contenido es superior se llama cal magra, árida, gris o dolomítica¹⁹⁶.

Apagado de la cal Cuando se añade agua a la cal viva se obtiene cal apagada, que químicamente es hidróxido cálcico ($\text{Ca}(\text{OH})_2$). Este proceso es fuertemente exotérmico, y vulgarmente se conoce como apagado de la cal.



Velocidad de hidratación La formación de cal apagada conlleva un aumento de volumen con respecto al de la cal viva de partida. Este incremento se sitúa entre el 250 y 300%. La velocidad de hidratación depende de diversos factores. Entre éstos se sitúa el hecho que la cal viva esté o en forma de terrones porosos o molida. En este último caso se favorece la puesta en contacto entre sólido y líquido. Asimismo, cuanto más puro sea el material, más rápido es su apagado. Por ello, la hidratación de la cal derivada de calizas dolomíticas es lenta, ya que contiene óxido de magnesio. Otra variable que influye es la temperatura de cocción de la caliza¹⁹⁷. Tanto los fragmentos o partes de los terrones sobrecocidos como las zonas poco cocidas tardan en hidratarse y dan lugar a un hidróxido de calcio cristalino. Cuando el tiempo de hidratación es breve se forma un hidróxido de calcio coloidal. Según la estequiometría de la reacción, a 56g de cal viva le corresponden 18g de agua. Sin embargo, cuando se trata de una cal viva de gran pureza, la cantidad de agua es ligeramente superior, con el fin de compensar la pérdida debida a la evaporación provocada por las altas temperaturas que se alcanzan (a veces se superan los 300°C). Por el contrario, si la presencia de impurezas es elevada, la cantidad de agua necesaria es inferior a la estequiométrica.

Métodos de apagado de la cal La cal viva puede apagarse mediante diversos métodos. Uno de los que ha sido más empleado se denomina apagado al aire y se basa en la absorción de la humedad atmosférica. Este método da lugar a la pulverización del material, debido a su aumento de volumen. El proceso es lento y presenta el inconveniente de que la cal apagada se recarbonata por reacción con el dióxido de carbono atmosférico. Sin

¹⁹⁶ *Ibídem*, pp. 63-64.

¹⁹⁷ *Ibídem*, p. 72.

embargo, puede resultar ventajoso este sistema cuando se emplea en realidad para proteger la cal viva. Esta se ha disponer en grandes montones, de manera que la carbonatación se produce únicamente sobre la superficie externa y el interior queda aislado¹⁹⁸.

Como es sabido y ya se ha indicado, la cal suele apagarse mediante el empleo de agua. Cuando la cantidad de agua añadida es la estequiométrica, se obtiene cal apagada en polvo. Si se añade una mayor cantidad de agua se obtiene cal en polvo fino. Cuando la cantidad de agua equivale a dos o tres veces la necesaria se obtiene cal en pasta¹⁹⁹. Otro sistema de apagado es por aspersión. Consiste en regar con agua la cal previamente dispuesta en capas delgadas, con lo que el material se reduce a polvo. Si va a almacenarse puede cubrirse con arena²⁰⁰.

El sistema de fusión consiste en añadir agua a la cal que previamente se ha depositado en un orificio practicado en el terreno o en un estanque. Con ello se obtiene cal apagada en pasta. Debe prestarse especial atención a la cantidad de agua añadida. Tanto su exceso como su defecto dan lugar a productos de escasa calidad²⁰¹.

También se emplean autoclaves en el apagado de la cal. Su utilización da lugar a una cal muy plástica. Este sistema presenta la ventaja de apagar completamente las calizas dolomíticas.

Los hidratadores mecánicos producen un material de calidad, siempre que se alimenten con una caliza uniforme. En ellos debe observarse especial atención a la disipación de la energía de hidratación²⁰².

El hidróxido de calcio derivado del apagado de la cal viva se convierte de nuevo en carbonato cálcico a través de un proceso químico conocido como *Fraguado de la cal*

¹⁹⁸ *Ibídem*, p. 73.

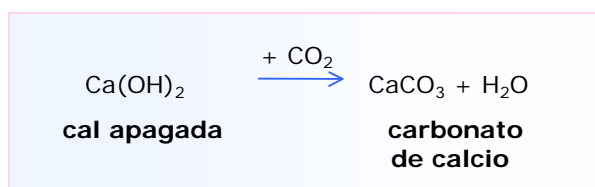
¹⁹⁹ MORA, P., MORA, L. y PHILIPPOT, P.: *Conservation of wall paintings*, Londres, etc., Butterworths, 1984, p. 37.

²⁰⁰ ARREDONDO Y VERDÚ, F., *op. cit.*, p. 74. GÁRATE, I.: *Artes de la cal*, Madrid, Ministerio de Cultura, Instituto de Conservación y Restauración de Bienes Culturales, 1993, pp. 88-89.

²⁰¹ *Ibídem. Ibídem*, p. 88.

²⁰² ARREDONDO Y VERDÚ, F., *op. cit.*, p. 75.

carbonatación o fraguado y se produce por reacción con el dióxido de carbono atmosférico:

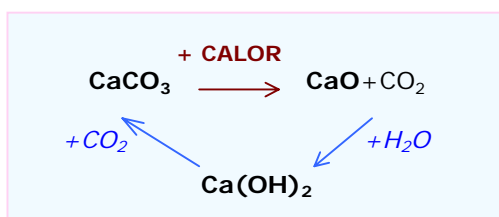


Esta reacción no tiene lugar si no existe humedad.

La cal viva suele venderse en terrones o molida; la cal hidratada, en polvo o en pasta. La cal tamizada se denomina flor de cal. Los restos de material sobrecocido que quedan en el tamiz reciben el nombre de «grappiers»²⁰³.

Resumen del ciclo de transformaciones del carbonato de calcio

A modo de resumen, puede indicarse que el carbonato de calcio que constituye la piedra caliza se convierte en óxido de calcio o cal viva mediante su calentamiento. Si la cal viva se apaga en agua se convierte en hidróxido de calcio o cal apagada. Cuando esta cal apagada se combina con el dióxido de carbono atmosférico fragua y endurece tras evaporarse el agua que contiene²⁰⁴.



Cal aérea e hidráulica

La capacidad de fraguado de la cal apagada es responsable de su uso como conglomerante. Dependiendo del medio en que se desarrolla el proceso se puede tratar de un conglomerante aéreo o hidráulico. En el primer caso, la cal apagada fragua (y por tanto endurece) al aire y se conoce como cal aérea²⁰⁵. La cal aérea I

²⁰³ *Ibidem*, pp. 75-76.

²⁰⁴ En el esquema anterior no se ha representado el agua desprendida durante el fraguado de la cal con el fin de facilitar la comprensión del ciclo de los procesos representados.

²⁰⁵ Las cales aéreas pueden ser a su vez grasas o magras dependiendo de su contenido en magnesio.

contiene al menos el 90% de óxido de calcio y magnesio y la cal aérea II el 60%. Si la caliza de partida contiene arcilla, la cal apagada puede fraguar bajo el agua denominándose cal hidráulica. No se necesita, por tanto, que el material entre en contacto con el aire²⁰⁶.

La cal hidráulica se elabora de la misma manera que la cal aérea, si bien en este caso se parte de calizas margosas con un contenido de arcilla entre 10 y 25%²⁰⁷. Estas cales se clasifican de acuerdo a su hidraulicidad. Se denominan cal hidráulica I, II y III, dependiendo de la cantidad de SiO_2 , Al_2O_3 y Fe_2O_3 , que debe ser como mínimo de 20%, 15% y 10%²⁰⁸. Este tipo de cal da lugar a morteros más duros que los elaborados con cal aérea. Ya los romanos adicionaban a la cal viva cenizas volcánicas ricas en sílice de modo que el material fraguaba bajo el agua. Sin embargo, hasta el siglo XVIII no se comprobó la calidad de los morteros elaborados con cales ricas en arcilla. En el siglo XIX Vicat aporta una teoría sobre la hidraulicidad que derivará en la elaboración del cemento Portland²⁰⁹. La cal hidráulica se define como un material hidratado, en polvo, obtenido a partir de la calcinación de calizas que contienen sílice y alúmina. De este proceso se obtiene cierta cantidad de silicatos de calcio deshidratados que son los que confieren al material sus propiedades hidráulicas²¹⁰. En las cales hidráulicas se produce la hidratación de los silicatos y aluminatos. Cuando estos cristalizan, se forma una red rígida. Su fraguado no debe empezar antes de dos horas ni terminar después de 48. Las cales dolomíticas presentan un fraguado más lento que las cales aéreas²¹¹.

Una vez puesta en obra, la cal puede aumentar de volumen debido a la existencia de cal viva o magnesia sin hidratar²¹². Por otra parte, el fraguado y endurecimiento de la cal va acompañado de una contracción que tiene su origen en la

Variación del volumen de la cal tras su fraguado

²⁰⁶ TORRACA, G.: "Porous building materials", *Materials science for architectural conservation*, Italia, ICCROM, 2ª ed., 1982, pp. 71-73.

²⁰⁷ INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA, (1976), *op. cit.*, p. 76.

²⁰⁸ ARREDONDO Y VERDÚ, F., *op. cit.*, p. 77. INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA, (1976), *op. cit.*, p. 76.

²⁰⁹ ARREDONDO Y VERDÚ, F., *op. cit.*, pp. 61-62. TORRACA, G., *op. cit.*, pp 73-75.

²¹⁰ ARREDONDO Y VERDÚ, F., *op. cit.*, p. 64.

²¹¹ *Ibíd.*, p. 78. TORRACA, G., *op. cit.*, pp 71-72.

²¹² ARREDONDO Y VERDÚ, F., *op. cit.*, p. 79.

pérdida de agua, aunque se ve levemente compensada por la absorción de dióxido de carbono²¹³.

La cal suele mezclarse con yeso o cemento, es decir, conglomerantes de fraguado más rápido. Asimismo, no suele emplearse cal sola para terminados, debido a la pérdida de volumen que experimenta durante su secado²¹⁴.

Un tipo de trabajo que ha sido muy practicado y aún se da en Segovia es el esgrafiado, que consiste en aplicar capas de morteros de cal con arena fina. Algunos de éstos pueden estar coloreados. Siguiendo el dibujo de una plantilla se retira la capa superior con un instrumento denominado grafo, con lo que queda el motivo en relieve, pudiendo además apreciarse una coloración distinta en la zona del fondo²¹⁵. Este tipo de trabajo será descrito brevemente con posterioridad, de acuerdo a las indicaciones de antiguos tratadistas.

²¹³ *Ibidem*.

²¹⁴ *Ibidem*, p. 85.

²¹⁵ GÁRATE, I., pp. 159-170. ARREDONDO Y VERDÚ, F., *op. cit.*, pp. 86-87.

CAPÍTULO III

Las preparaciones de la pintura sobre tabla y lienzo.

Evolución histórica



Harás un arca de madera de acacia, [...]. La cubrirás de oro puro, por dentro y por fuera, y en torno de ella pondrás una moldura de oro. Ex 25 10-11

III. Las preparaciones de la pintura sobre tabla y lienzo. Evolución histórica

Desde épocas muy tempranas el hombre ha concretado su sensibilidad artística mediante el empleo de los más diversos materiales. Algunos de los más utilizados como soporte a lo largo de su historia artística han sido la madera y las fibras textiles tejidas. Estos soportes se policromaban a veces directamente, pero con frecuencia los estratos pictóricos se aplicaban sobre una base o preparación que favorecía el mantenimiento de los mismos. Los materiales más utilizados para este fin por su carácter inerte¹ o estable han sido yeso o anhidrita, calcita y tierras, aglutinados con diversas sustancias.

Otra importante característica que presentan estos materiales y que contribuye a su utilidad para estos fines es su escaso valor económico. Esta cualidad deriva de su relativa abundancia y del hecho de que sus procesos de transformación para ser utilizados con fines artísticos sean relativamente sencillos. Su reducido precio constituye una particularidad importante, ya que se trata de materiales que

¹ Como se ha indicado en el cap. II, el término inerte hace referencia a la inactividad química de un compuesto, que permite su mezcla con todo tipo de materiales sin peligro de que interaccionen químicamente lo que, a su vez, podría ocasionar cambios físicos como, por ejemplo, la variación del color de los pigmentos.

habitualmente están ocultos bajo los estratos pictóricos, con lo que no suelen presentar función estética².

Origen remoto de la aplicación de preparaciones

Los orígenes de la aplicación de las capas de preparación se pierden en el tiempo y derivan del deseo de salvaguardar la obra por parte del hombre. Como ya se ha indicado, la preparación pretende asegurar la permanencia de los estratos pictóricos sobre el soporte, constituyendo el nexo de unión entre ambos.

Entre las civilizaciones antiguas, el arte egipcio constituye uno de los más remotos testimonios que han llegado a nuestros días sobre el empleo de preparaciones. Los sarcófagos de madera han sido algunos de los soportes elegidos por los artífices egipcios para la aplicación de los estratos preparatorios. Los estudios que en los últimos años se están realizando sobre algunas de estas obras están permitiendo conocer su amplia paleta, habiéndose determinado que, para elaborar las preparaciones, se utilizaban materiales de escaso valor económico, del tipo de los ya mencionados³.

Algunas de estas sustancias fueron empleadas con el fin de que constituyeran una base para la aplicación de panes de oro; el oro incorruptible que, quizá por esta característica, invade por doquier sus piezas de carácter funerario. La necesidad de la búsqueda de la perdurabilidad de la obra de arte mediante el empleo de materiales nobles y el desarrollo de una metodología artística adecuada puede asociarse, en casos como el egipcio, a la búsqueda de la perpetuidad del ser humano. Diversos

² No siempre la preparación se mantiene oculta. Más adelante se hará una breve alusión a esta circunstancia.

³ En un estudio efectuado sobre objetos correspondientes al período comprendido entre el Antiguo Imperio y la Época Ptolomeica han sido identificados calcita, yeso y huntita ($\text{Mg}_3\text{Ca}(\text{CO}_3)_4$), empleados de forma aislada. El carbonato cálcico también ha sido utilizado en los estratos pictóricos. Las autoras de esta investigación especifican que en un estrato preparatorio del sarcófago de Mesré se ha encontrado calcita en la que pueden observarse fósiles. COLINART, S., DELANGE, E. y PAGÈS, S.: "Couleurs et pigments de la peinture de l'Égypte Ancienne", *Techne*, nº 4, 1996, 29-45. V., especialmente, las pp. 43-44. En otro estudio efectuado sobre el mismo sarcófago se indica que la preparación está compuesta por calcita, carbonato doble de calcio y magnesio, óxido de hierro, ocre y sílice, además de un aglutinante proteico. También se ha empleado carbonato cálcico aglutinado con cola animal. Respecto al carbonato doble de calcio y magnesio, las autoras del estudio indican que la escasa cantidad de materia disponible no hace posible precisar si se trata de dolomita ($\text{MgCa}(\text{CO}_3)_2$) o huntita. COLINART, S. y DELANGE, E.: "Une polychromie complexe", *Techne*, nº 7, 1998, 39-40.

análisis efectuados sobre algunas obras revelan la aplicación de bases blancas sobre las que se disponían capas de tono más cálido, amarillentas o rojizas⁴.

De acuerdo con estos datos que hacen referencia a conceptos estéticos y procedimientos tan remotos en el tiempo, puede conceptuarse el arte egipcio como uno de los precursores o iniciadores de la tradición del dorado y la aplicación de preparaciones sobre tabla y otros soportes. Como es sabido, la tradición del dorado conoce su época de mayor esplendor quizás durante la Baja Edad Media, aunque ha llegado hasta nuestros días y se basa en la aplicación de estratos magros de yeso o creta sobre los que suele aplicarse una base coloreada de bol rojo o rojizo.

Esta metodología, así como el empleo de los materiales señalados, se difundió por toda Europa Occidental debido a los contactos culturales y comerciales transmitidos entre los diversos pueblos (Grecia, Roma). También la civilización romana decoró la madera mediante la aplicación de láminas de oro, como indicaba Plinio en su *Historia Naturalis* (s. I d. C), que se acomodaban sobre materiales de este tipo (tierras y material calizo)⁵. Tal vez Roma adoptó estos procedimientos tras su anexión de Egipto⁶.

Por otra parte, quizás simplemente debido a la idoneidad de estos materiales para ser empleados en la preparación de soportes, su uso pudo haberse generado espontáneamente y de forma paralela por parte de diferentes culturas. Aclarar este punto implicaría el sometimiento a examen de una cantidad ingente de piezas provenientes de todo el orbe, además de un estudio histórico exhaustivo sobre algunos aspectos de la vida de diversas civilizaciones.

En todo caso, independientemente del momento y pueblo o pueblos que comenzaran a aplicar estas capas de manera sistemática, para llevar a cabo su estudio

⁴ El análisis efectuado sobre un sarcófago egipcio correspondiente a la época Ptolemaica (332-30 a. C.), decorado mediante la aplicación en toda su superficie de delgadas láminas de oro, revela la aplicación de una base blanca de carbonato cálcico mezclado con cola, sobre la que se habría dispuesto una capa de tono más cálido, constituida por ocre amarillo o bermellón (HgS). COLINART, S. y DELANGE, E.: "Dorure des sarcophages de l'Égypte Ancienne", *Techne*, nº 7, 1998, 43-44.

⁵ BAILEY, K. C.: *The elder Pliny's chapters on chemical subjects*, (ed., trad. y n. de Kennet C. Bailey), partes I, II, Londres, Edward Arnold & Co., 1932, parte II, liber XXXV, sect. 17. 36, pp. 82-83.

⁶ El Egipto romano se extiende entre el año 30 a. J. C. y el 395 d. J. C. Quizás futuras investigaciones puedan establecer las influencias recíprocas que en el campo del arte y, sobre todo de los procedimientos pictóricos, se dieron entre Egipto, Roma y Grecia (el período de dominación de Grecia sobre Egipto se dio entre 332-30 a. J. C.).

es fundamental establecer algunas de las conexiones existentes entre los principales tipos de preparaciones y el soporte, así como su relación con las técnicas pictóricas utilizadas. Estos datos serán aportados a continuación.

III. 1. Las preparaciones de la pintura sobre tabla y lienzo. Evolución en el empleo de materiales

*Preparaciones:
Relación con el
soporte, técnica
pictórica y sentido
estético*

Los materiales empleados para elaborar las preparaciones de la pintura de caballete de las escuelas europeas presentan, generalmente, tonos comprendidos entre el blanco y la gama de los cálidos. Muy a grandes rasgos y en relación a la pintura europea, puede decirse que la evolución de los distintos tipos de preparaciones parte en la Baja Edad Media de la aplicación de preparaciones blancas de las que dimanar, con el transcurso del tiempo y tras cubrirse con una imprimación (blanca, amarilla, roja, gris, etc.), las coloreadas, que a su vez deparan nuevamente en preparaciones más claras⁷. La aplicación de unas y otras puede asociarse a la naturaleza del soporte utilizado (tabla–lienzo), a la técnica pictórica empleada (temple–óleo) y, asimismo, a la afinidad estética por los tonos más luminosos o por el claroscuro y la época.

*❖Preparaciones
blancas
❖Tabla
❖Temple*

Las preparaciones blancas, constituidas por yeso o calcita (de origen químico o bioquímico), aglutinadas con cola animal y, por tanto, magras, resultan idóneas para ser aplicadas sobre un soporte rígido, como son frontales de altar, relicarios y, en general, tablas y retablos realizados en madera. Su presencia oculta las imperfecciones del soporte y, mediante una intensa y delicada labor de pulido, proporcionan una superficie lisa, especialmente adecuada para la técnica de la pintura al temple, que en la Alta Edad Media se fundamentaba en la aplicación de colores planos, eludiendo en muchos casos la búsqueda de texturas ópticas “realistas” y matéricas.

Estas preparaciones blancas aportan luminosidad a las capas pictóricas superpuestas, si bien sobre ellas pueden aplicarse imprimaciones al temple que aportan tonos generales o locales. Un ejemplo muy común de estas imprimaciones

⁷ Debe tenerse en cuenta que estos postulados son muy generales y se refieren a la pintura Europea. Más adelante y en capítulos subsiguientes se desgranarán numerosas particularidades.

locales son las bases verdosas aplicadas para realizar las encarnaciones de la pintura bajomedieval, que el paso del tiempo ha permitido apreciar en ocasiones en toda su crudeza⁸.

No es factible determinar en el tiempo la aparición del óleo como técnica pictórica. Quizás pudo derivar de su empleo en ámbitos ajenos a la pintura. Así por ejemplo, ya Dioscórides y Plinio refieren la utilización de la mezcla de verdigrís y este aglutinante con fines terapéuticos⁹. Pero, dentro del ámbito artístico, probablemente su empleo se deba a la experimentación por parte de los artífices. Una de las referencias más tempranas aparece en el tratado *Compositiones ad tingenda musiva*, más conocido como *Manuscrito de Lucca* (s. VIII)¹⁰, donde es mencionado como ingrediente para elaborar un barniz resinoso. En *De diuersis Artibus*, (s. XI-XII) el monje Teófilo¹¹ ya se refiere al óleo como aglutinante para la pintura sobre tabla. A pesar de estos datos, tuvieron que transcurrir cientos de años hasta que se produjo la plena difusión de su empleo en este plano artístico.

❖Preparaciones
blancas
❖Tabla
❖Óleo

En lo que respecta a los textos correspondientes al ámbito nacional, son ciertamente escasas las referencias anteriores al siglo XV en las que se menciona el empleo del aceite como aglutinante. Entre los textos más antiguos que aluden a su empleo en pintura se encuentra el *Lapidario* de Alfonso X el Sabio¹², que se refiere

Orígenes y
difusión de la
técnica del óleo
en España

⁸ El cambio en los índices de refracción de los aglutinantes y la aplicación de barnices sobre la capa pictórica han dado lugar, en muchos casos, a que la aplicación de estas bases se manifieste en mayor medida. Por otra parte, estas bases verdosas bien pudieran ser consideradas estratos pictóricos ya que, además de que el pintor, en origen, dejó translucir levemente su color, muchas están constituidas por pigmentos, más que por materias de carga.

⁹ DIOSCÓRIDES, Pedacio: *Acerca de la materia medicinal y de los venenos mortíferos*, (tít. orig. *De materia medica*, s. I, trad. del griego al castellano y com. por Andrés de Laguna, Salamanca, 1566, ed. actual con pres. de Agustín Albarracín), Madrid, Ediciones de Arte y Bibliofilia, 1983, cap. LI, pp. 374-375. BAILEY, K. C., *op. cit.*, 1ª parte, XXXIV, sect. 27, 115, pp. 42-43.

¹⁰ *Compositiones ad tingenda musiva* (también denominado *Manuscrito de Lucca*, s. VIII, trad. al alemán y n. de Hjalmar Hedfors), Uppsala, Almqvist & Wiksells Boktryckeri, 1932, pp. 20, 28.

¹¹ HAWTHORNE, J. G. y STANLEY SMITH, C.: *On Divers Arts. The foremost medieval treatise on painting, glassmaking and metalwork*, (trad., int. y n. de John G. Hawthorne y Cyril Stanley Smith), Nueva York, Dover, 1979. Respecto al empleo de aceite de linaza como aglutinante, v. cap. 20, pp. 27-28 y cap. 25, pp. 32-33. Como ingrediente en la elaboración de un barniz v. cap. 21, pp. 28-29.

¹² Según se indica en el prólogo, este lapidario es una traducción del caldeo al árabe y del árabe al castellano. A esta lengua mandó Alfonso X que se tradujera tras encontrarlo e interesarse por el saber que el texto pudiera encerrar: «[...] lo halló siendo infante, en vida de su padre, en el año que ganó el reino de Murcia, que fue en la era de [1281] y lo obtuvo en Toledo, de un judío que lo tenía escondido [...]. Tan pronto como tuvo este libro en su poder, hízolo leer a otro su judío, que era su físico y decíanle Yhuda Mosca el menor [...] mandóselo trasladar de arábigo en lenguaje castellano [...]. Ayudóle en esta traducción Garci Pérz, un clérigo [...] el libro fue acabado de trasladar el segundo año que el noble rey don Fernando ganó la ciudad de Sevilla». Así pues, si bien se tiene

al uso del aceite de linaza como aglutinante del «verdet» («cardenillo»)¹³. Numerosos documentos relacionan ambos materiales, quizás por las especiales características de transparencia que adquiere el pigmento cuando se aglutina al óleo.

Sin embargo, es a partir del tercer cuarto del siglo XV, aproximadamente, cuando se produce en nuestro país la divulgación de la técnica al óleo en pintura sobre tabla, de lo que dan fe las condiciones para pintar retablos de madera que aparecen en numerosos contratos, si bien en la época aún se pintaba al temple. De estos contratos se aportan algunos ejemplos en los párrafos siguientes.

Quizás los inicios del empleo de la técnica del óleo se encuentren en la policromía de esculturas sobre piedra o en pintura mural, donde pudo ser especialmente necesaria la utilización de un aglutinante más resistente al agua, debido a las condiciones adversas en las que pudieran encontrarse este tipo de obras. Así, uno de las condiciones que figuran en el contrato concertado en 1345 entre la abadesa del monasterio de Pedralbes y el pintor Ferrer Bassa para pintar la capilla de San Miguel implica el empleo de este medio sobre muro:

Se ha convenido entre la señora abadesa de Pedralbes y Ferrer Bassa que el dicho Ferrer pinte con buenos colores al óleo la capilla de San Miguel, que es de la dicha señora abadesa [...]¹⁴

noticia de la época en que el texto fue traducido, se desconoce la fecha en que se escribió el original. ALFONSO X EL SABIO: *El primer lapidario de Alfonso X el Sabio*, (tomo complementario de la ed. facs. del *Primer lapidario de Alfonso X el Sabio*, Ms. H. I. 15 de la Biblioteca del Escorial, transcr. y com. científicos María Brey Mariño y José Luis Amorós Portolés, apartado denominado *Ciencia en el Lapidario* por José Luis Amorós Protolés), Madrid, Edilan, 1982, p. 23.

¹³ Es muy probable que el término «verdet» se identifique con el vocablo «cardenillo». Sebastián de Covarrubias Orozco considera sinónimos ambos e indica que los valencianos empleaban el primero. V. COVARRUBIAS OROZCO, Sebastián de: *Tesoro de la lengua castellana o española*, (ed. Felipe C. R. Maldonado, a partir de la de 1611, rev. por Manuel Camarero), Madrid, Castalia, 1995, (Nueva Biblioteca de erudición y crítica), p. 272. Gual Camarena también los identifica, aportando además otras variantes como «verdeth», «uerdet» o «verdete». GUAL CAMARENA, M.: *Vocabulario del comercio medieval*, Barcelona, El Albir, 1976, p. 448. Los comentaristas a la obra de Alfonso X lo relacionan no sólo con el cardenillo, sino además con la malaquita, pigmento por otra parte, similar. Véase ALFONSO X EL SABIO, *op. cit.*, pp. 74, 128. Ambos son pigmentos a base de cobre, el primero un acetato, el segundo un carbonato básico de cobre.

¹⁴ YARZA, J. y otros (dir.): *Fuentes y documentos para la historia del arte*, Barcelona, Gustavo Gili, 1982, pp. 253-255. A. M. Galilea Antón alude a obras sobre tabla de comienzos del siglo XIV indicando que han sido pintadas al óleo. GALILEA ANTÓN, A. M.: *Aportación al estudio de la pintura gótica sobre tabla y sarga en la Rioja*, Logroño, Comunidad Autónoma de la Rioja, 1985, pp. 17-19. Debe indicarse, sin embargo, que la autora no especifica mediante qué procedimiento o técnica de análisis ha identificado los aglutinantes.

En época más tardía, aparece en algunos documentos relacionados con la pintura de retablos. El contrato concertado con Pere Johan para la realización de un retablo destinado a la casa municipal de Zaragoza, de una fecha tan temprana como 1443, ya establecía como condición el empleo de aceite de lizana «oli de linos» con los pigmentos «colors»:

[...] e tot ab colors ab oli de linos e de molt fines colors.¹⁵

Algunos documentos establecen el empleo de dos tipos de aglutinantes para la misma obra. Así, en el contrato fechado en 1468 y concertado con Tomás Giner para la realización de un retablo en la iglesia de San Juan el Viejo de Zaragoza, se insta al empleo de cola para el azul y de «olio de linoso» para la mezcla de este pigmento con blanco o el resto de los pigmentos en general:

Item, que toda la pintura del dito retablo, asi ropas, como montanyas, encasamentos e caras, cuerpos, toda la dita pintura sea obrada con olio de linoso e bien envernigado, caras e todo lo sobre ditcho; el atzur fino, con su cola, e dotras ropas también d'atzul con blanco obrado con olio affin que sea cosa perpetua.¹⁶

De las indicaciones del contrato anterior, quizás podría deducirse el especial cuidado que se ponía en mantener inalterada la belleza del pigmento azul evitando su amarilleamiento mediante el empleo de un aglutinante distinto¹⁷. Otros textos

¹⁵ SERRANO Y SANZ, M.: "Documentos relativos a la pintura en Aragón durante los siglos XIV y XV", *Revista de archivos, bibliotecas y museos*, julio a diciembre de 1916, tomo XXXV, año XX, Madrid, tip. de la Revista de Archivos, Bibliotecas y Museos, 1917, 409-421, pp.420-421.

¹⁶ SERRANO Y SANZ, M.: "Documentos relativos a la pintura en Aragón durante los siglos XIV y XV", *Revista de archivos, bibliotecas y museos*, julio a diciembre de 1915, t. XXXIII, año XIX, Madrid, tip. de la Revista de Archivos, Bibliotecas y Museos, 1916, 411-428, pp. 421-422.

¹⁷ Efectivamente, son frecuentes en los tratados artísticos las recomendaciones relativas a la purificación especial de los aceites o bien al empleo de aglutinantes más transparentes, cuando van a ser usados con pigmentos azules o blancos. Estas advertencias aparecen tanto relativas a la pintura al temple como al óleo. Entre otros tratadistas y, a modo de ejemplo, Cennino Cennini en su *Il libro dell arte* (fines del s. XIV) hace alusión a la elaboración de una cola muy transparente para templar pigmentos azules. CENNINI, Cennino: *El libro del arte*, (com. y an. por F. Brunello, trad. del italiano por Fernando Olmeda Latorre), Madrid, Akal, 1988, cap. CXI, p. 151. También Francisco Pacheco indica que para estofar con pigmentos azules «no sea el güevo tan fuerte como en el carmin, bermellón y ocre». PACHECO, Francisco: *Arte de la pintura*, (ed. princ. de Sevilla, 1649, ed. actual, int. y n. de Bonaventura Bassegoda i Hugas), Madrid, Cátedra, 1990, (Arte. Grandes Temas), lib. tercero, cap. III, p. 462. Antonio Palomino de Castro y Velasco aconseja el empleo de aceite de nueces para azules y blancos y secantes específicos para ambos pigmentos. PALOMINO DE CASTRO Y VELASCO, Antonio: *El museo pictórico y escala óptica*, (ed. princ. de 1715-1724, Madrid, pról. de la ed. de Juan A. Ceán y Bermúdez), 3 tomos, Madrid, Aguilar, 1988, tomo II, libro V, cap. IV, III, pp. 139-140.

indican, sin embargo, que las colas se empleaban con algunos pigmentos azules de granulación gruesa con el fin de facilitar su aplicación¹⁸. Del texto del contrato anterior se infiere, además, que para los artífices el empleo de óleo garantizaba una mayor perdurabilidad de la obra.

La expresión «ab oli» (al óleo), que aparece en el contrato de Zaragoza de 1443 mencionado anteriormente, aparece también en las *Ordenanzas de Córdoba de 1493* –si bien esta vez formulada en una sola palabra– cuando se indica que, en los retablos de pintura sobre tabla «todas las colores» han de ser «labradas aboly». Estos términos pueden relacionarse con vocablos de la época o anteriores, que se refieren a este aglutinante¹⁹.

Existe numerosa documentación coetánea a estas ordenanzas en la que se prescribe el empleo de «olio de linos» (aceite de lino) en pintura sobre tabla. A modo de ejemplo, en uno de los «capitulos» del contrato para llevar a cabo la pintura de la obra dispuesta sobre la puerta de Nuestra Señora del Portillo en Zaragoza (1492) y ejecutadas por Jaime Lana se indica:

Item, que las dichas istorias sean muy bien acabadas al olio de linos, y finas colores [...] ²⁰

Asimismo, en el contrato establecido para llevar a cabo la talla y pintura de un retablo por parte de Miguel y Joan Jiménez para la capilla de San Julián de la iglesia del Pilar de Zaragoza (1499) se exige

[...] que toda la hobra del dicho retablo sea acabado todo al oloyo. ²¹

Este tipo de referencias continúan siendo muy frecuentes a lo largo de todo el siglo XVI, no sólo en relación a la pintura sobre tabla, sino también con respecto a la pintura de las encarnaciones de las tallas²².

¹⁸ MATTEINI, M. y MOLES, A.: *La química en la restauración*, (1ª ed. italiana de 1989, trad. de Emiliano Bruno y Giuliana Lain.), Guipúzcoa, Nerea, 2001, p. 119.

¹⁹ El vocablo «aboli» pudiera derivar de la unión de la preposición latina «ab» con el término latino «oleum-ii» o el castellano «olio», muy utilizado en la época. Éstos habrían dado lugar a «aboleo» o «abolio» y, de este último, habría desaparecido la o final.

²⁰ SERRANO Y SANZ, M: “Documentos relativos a la pintura en Aragón durante los siglos XIV y XV. Continuación”, *Revista de archivos, bibliotecas y museos*, enero a junio de 1916, año XX, Madrid, tip. de la Revista de Archivos, Bibliotecas y Museos, 1917, 462-498. V. las pp. 489-490.

²¹ *Ibidem*, pp. 474-475.

Asimismo se tienen algunas noticias sobre la procedencia del aceite que se utilizaba en Castilla. Un documento de hacia 1560 deja constancia de ciertos artículos procedentes de Valencia, entre los que se relacionan «aceite de comer y de colores»²³.

La técnica del óleo pudo llegar a la Península procedente del Norte de Europa, o más concretamente de los Países Bajos, debido a las intensas relaciones políticas y económicas existentes entre ambas zonas. El hecho de que autores como el monje Teófilo²⁴, posiblemente de origen alemán, así como el anónimo del *Mappae Clavicula*²⁵, probablemente escrito en ambiente anglosajón, aludan en época tan temprana (ambos corresponden, aproximadamente al siglo XII) a esta técnica, parece subrayar su aparición en el norte, aunque, por supuesto, no deja de constituir una hipótesis. Ciertas obras del norte de Europa, concretamente de origen noruego y correspondientes al siglo XIII, podrían avalar el temprano empleo de esta técnica en la zona, aunque la confirmación de esta suposición requeriría, llevar a cabo un número de estudios mucho mayor del realizado hasta el momento sobre pintura europea de aquella época²⁶.

²² Por ejemplo, una de las condiciones del contrato establecido con Pedro de Herrera y Antón Pérez (1580), para pintar y dorar el retablo de la capilla de doña Inés de Espinosa de San Andrés el Real en Medina del Campo especifica que debe ser pintado al óleo. GARCÍA CHICO, E.: *Documentos para el estudio del arte en Castilla*, tomo tercero I, pintores, Seminario de Estudios de Arte y Arqueología, Valladolid, Consejo Superior de Investigaciones Científicas y Universidad de Valladolid, Facultad de Historia, 1946, pp. 135-137.

²³ El documento referido se encuentra en el Archivo de Simancas, en la sección Consejos y Juntas de Hacienda; aparece transcrito y comentado por Francis Brumont, que indica debió redactarse en la fecha indicada. BRUMONT, F.: “El comercio exterior castellano a mediados del siglo XVI: Un memorial de las mercaderías que entran en el Reyno”, en *Castilla y Europa. Comercio y mercaderes en los siglos XIV, XV y XVI*, (ed. por Hilario Casado Alonso), Burgos, Excma. Diputación Provincial de Burgos, V Centenario de la Fundación del Consulado del Mar de Burgos, 1995, 179-190. V., especialmente, la p. 185.

²⁴ HAWTHORNE, J. G. y STANLEY SMITH, C., *op. cit.*, cap. 20, pp. 27-28 y cap. 25, pp. 32-33.

²⁵ HAWTHORNE, J. G. y STANLEY SMITH, C.: “*Mappae Clavicula*. A little key to the world of medieval techniques”, *Transactions of the American Philosophical Society*, new series, volume 64, part 4, 1974, 26-76. V. las recetas 112, 113 y 114 en las pp. 43-44.

²⁶ PLAHTER, L. E. y PLAHTER, U.: “The technique of a group of Norwegian gothic oil paintings”, *Preprints of Conservation of paintings and the Graphic Arts, Lisbon Congress*, Londres, International Institute for Conservation of Historic and Artistic Works, 1972, 131-138. V. especialmente la p. 133. KALAND, B. y MICHELSEN, K.: “A medieval panel painting at the University of Bergen. Preliminary report”, *Bulletin. Institut Royal du Patrimoine Artistique*, Bruxelles, V, 1962, 195-203. Cfr. la p. 197.

Difusión
temprana del
óleo en el Norte
de Europa

En todo caso, aunque los artífices de esta zona no fueran los primeros en poner en práctica la técnica, posiblemente lo fueron en difundirla²⁷. A este respecto, son especialmente significativas las palabras de Cennino Cennini, que en *Il libro dell'arte* deja entrever que en su tiempo (fines del siglo XIV) el óleo se empleaba fundamentalmente en el Norte de Europa:

[...] ti voglio insegnare a lavorare d'olio in muro o in tavola, che l'usano molto i tedeschi; e, per lo simile, in ferro e in pietra. [...] quiero enseñarte a pintar al óleo sobre muro o en tabla, como suelen hacer los alemanes; y, por similitud, sobre hierro y piedra.]²⁸

Las palabras de Cennini recogidas en el párrafo anterior parecen indicar que, si bien se conocía y practicaba esta técnica, aún no se había producido su amplia difusión en tiempos del autor.

Una de las razones que pudieran explicar la temprana y profusa práctica de esta técnica en el Norte de Europa es el hecho de que la pintura al temple se deterioraría con mayor facilidad, debido al padecimiento en la zona de unas condiciones climatológicas más adversas.

²⁷ Hay que señalar que, si bien es ampliamente conocida la alusión de diversos tratadistas como Vasari, Van Mander o Francisco Pacheco y de numerosos escritos, en general, a la invención o descubrimiento de la técnica del óleo por Jan Van Eyck (1385-1441), a tenor de las referencias de textos muy anteriores que hacen mención a la práctica de la pintura al óleo, se ha venido descartando esta afirmación, que tradicionalmente fue transmitida de unos tratadistas a otros. No obstante, la alusión reiterada a un artífice de esta procedencia quizás esté relacionada con la prematura difusión de la técnica en el norte o centro de Europa. VASARI, Giorgio: *Las vidas de los más excelentes arquitectos, pintores y escultores italianos desde Cimabue a nuestros tiempos. (Antología)*, (est., sel. y trad. de M^a Teresa Méndez Baiges y Juan M^a Montijano García), Madrid, Tecnos, 1998, cap. XXI, pp. 116-117. PACHECO, Francisco, *op. cit.*, lib. tercero, cap. IV, pp. 467-479. VAN MANDER, Karel: *The lives of the Illustrious Netherlandish and German painters*, (tít. orig. *Het Schilder Boek, Waer in voor eerst de leerlustighe lueght den Grondt der Edel Vry Schilderconst in verscheiden deelen wort voorghedraghen*, introd. y trad. al inglés de H. Miedema de la 1^a ed del *Schilder-boek* de 1603-1604, precedido de la vida del autor a partir de la 2^a ed. del texto de 1616-1618), 2 t., t. 1: *The text*, t. 2: *Commentary on biography and lives*, Doornspijk, Davaco, t. 1 1994, t. 2 1995. V. t. 1, pp. 54-59.

²⁸ Cennino Cennini alude el empleo de esta técnica no sólo para pintar al óleo sobre muro, hierro y tabla, sino también en la preparación de mordientes y con el fin de pintar vidrieras y mosaicos. CENNINI, Cennino, (1988), *op. cit.*, cap. LXXXIX-XCIV, pp. 134-139, cap. CL-CLI, pp. 187-189, cap. CLXII-CLXIII, pp. 201-203, cap. CLXV-CLXVI, pp. 204-206, cap. CLXXI-CLXXII, pp. 211-215. CENNINI, Cennino: *Il libro dell'arte*, (ed. rev. y corr. por Renzo Simi), Lanciano, R. Carabba, 1913, cap. LXXXIX-XCIV, pp. 69-71, cap. CL-CLI, pp. 104-106, cap. CLXII-CLXIII, pp. 112-114, cap. CLXV-CLXVI, pp. 115-116, cap. CLXXI-CLXXII, pp. 119-123.

En Italia se dio también tempranamente, ya que sus contactos de diversa índole con estos ámbitos geográficos fueron también muy frecuentes en la Edad Media²⁹.

Por otra parte, la técnica del óleo pudo surgir y desarrollarse de acuerdo a la búsqueda de una representación más fiel de la realidad (más factible con el empleo del nuevo aglutinante), que la que proporciona el temple. En este sentido, G. Vasari en *Le Vite de' più eccellenti Architetti, Pittori e Scultori Italiani...* (1550) indicaba:

Questa maniera di colorire accende piú i colori, né altro bisogna che diligenza et amore, perché l'olio in sé si reca il colorito piú morbido, piú dolce e delicato e di unione e sfumata maniera piú facile che li altri, e mentre che fresco si lavora, i colori si mescolano e si uniscono l'uno con l'altro piú facilmente. Et insomma li artefici danno in questo modo bellissima grazia e vivacità e gagliardezza alle figure loro, talmente che spesso ci fanno parere di rilievo le loro figure [...]. [Esta manera de pintar enciende los colores, y sólo necesita de diligencia y amor, porque con el óleo los colores quedan más mórvidos, más dulces y delicados, y la unión y el difuminado es más fácil que con otras técnicas, además de las mezclas de colores que también resultan más sencillas. Y los artistas que así trabajan dotan a sus figuras de una bella gracia y de una vivacidad y una gallardía tales que muchas veces parecen de relieve [...]]³⁰

Asimismo, la práctica de la pintura al óleo resultaba más sencilla para el artífice. Pablo de Céspedes, que desarrolló su obra artística y literaria hacia la segunda mitad del siglo XVI y comienzos del XVII, basa sus alabanzas de la pintura al temple, precisamente, en la mayor dificultad de esta técnica. Una especie de “selección natural” permitía únicamente la dedicación a la misma de grandes artistas:

La técnica del óleo simplifica la labor del pintor

Dícenme hombres que comunicaron con Micael Angel que solía el santo viejo llorar viendo que se dexaba la manera a temple y que todos abrazan el olio y decía: que “ya la pintura era fenecida y acabada”. Lo que yo me atrevo a decir es, que si no se hubiera

²⁹ DUFOURCQ, CH. E. Y GAUTIER-DALCHÉ, J.: *Historia económica y social de la España cristiana en la Edad Media*, (vers. de Federico Revilla rev. y corr. Por Emilio Sáez y Pedro Balañá Abadía), Barcelona, El Albir, 1983, pp. 259-260.

³⁰ VASARI, Giorgio (1998), *op. cit.*, cap. XXI, p. 117 y VASARI, Giorgio: *Le vite de' più eccellenti architetti, pittori, et scultori italiani, da Cimabue, insino a' tempi nostri*, (ed. princ. Florencia, 1550, pres. de la ed. mod. de Giovanni Previtali), 2 vols., Turín, Einaudi, 1986, vol. 1, cap. XXI, pp. 68-69.

introducido la manera a olio, que hubiera menos pintores malos (según barrunto); entendiendo siempre, usándose aquella buena manera a temple que usaron aquellos grandes hombres y el mismo Micael Angel.³¹

Aludiendo a este texto de Céspedes, Francisco Pacheco comentaba

La causa (a mi ver) deste justo sentimiento era porque lo varonil y esforzado de la pintura, la resolución y uso del debuxo descaecía con la comodidad de poder quitar y poner fácilmente, como en el olio sucede; porque el temple es como la escultura en piedra que, si se yerra, no tiene enmienda; y, sin duda alguna, si se usara (como dice Céspedes) hubiera menos pintores, pero más aventajados y la misma dificultad de la materia los hiciera más estudiosos.³²

Cuando los artífices comienzan a pintar al óleo sobre tabla, descubren las ventajas que ofrece este aglutinante al permitir suaves fundidos en los claroscuros y facilitar la transparencia entre los estratos mediante la aplicación de veladuras oleosas u óleo-resinosas. Numerosas tablas de este tipo, correspondientes ya a la

❖Preparaciones
blancas con
imprimación
❖Tabla
❖Óleo

Baja Edad Media o los albores del Renacimiento, presentan imprimaciones blancas, aunque algunas de las que más predominan son las anaranjadas o más o menos grisáceas o pardas en general. Estas imprimaciones se aplicaron fundamentalmente al óleo³³, sobre todo en épocas más tardías, como en el siglo XVI español. Los pintores comienzan a sacar partido de las ventajas que aporta un tono de base (que puede ser local) y que precisamente el empleo de óleo en los estratos pictóricos permite su mejor aprovechamiento. Sin embargo, este tipo de pintura carece aún de la vibración cromática que se observará en un lienzo con la aportación de la textura de su superficie.

De la misma forma que no puede establecerse cuando se comenzó a pintar al

Orígenes de la
pintura sobre
lienzo

óleo, tampoco se conoce el momento en que se ejecutaron las primeras pinturas sobre lienzo. No obstante, existen algunos datos relacionados con los primeros usos del lienzo como parte integrante del soporte pictórico. Ya los egipcios cubrían sus

³¹ Fragmentos de los escritos de este autor, concretamente una carta fechada en 1608, aparecen en el *Arte de la pintura*, de Francisco Pacheco, de donde se ha tomado el párrafo citado. V. PACHECO, Francisco, *op. cit.*, lib. tercero, cap. II, p. 447.

³² *Ibidem*.

³³ Diversos estudios técnicos, que serán referidos con posterioridad, ponen de manifiesto el empleo de óleo en las imprimaciones.

soportes de madera con lienzos que preparaban y policromaban. Esta aplicación del lienzo sobre la tabla fue bastante frecuente durante la Edad Media y, en ocasiones, cubría enteramente la superficie de la madera.

Por otra parte, muy probablemente los orígenes de su empleo como soporte exento de la madera se remonten a épocas muy lejanas, pero quizás el hecho de que fueran consideradas obras de reducido valor dio lugar a un escaso empeño en su conservación, lo que pudo ocasionar la exigua supervivencia de las primeras obras de este tipo. Asimismo su frágil naturaleza, fundamentalmente en el caso de la pintura al temple sobre lienzo, pudo incidir también sobre su escasa subsistencia. Verdaderamente existen muy tempranos testimonios escritos del empleo del lienzo como soporte pictórico. Así, ya el *Mappae Clavicula*, tratado del siglo XII que recoge, a su vez, textos de los siglos X-XI, contiene referencias al dorado y pintura de tejidos³⁴, de igual manera que *De coloribus et artibus Romanorum* (s. X-XIII) de Heraclio³⁵. También el tratado *De coloribus diversis* (1398-1411) de Johannes Alcherius ofrece recetas referentes al dorado de lienzos³⁶. Cennino Cennini hace alusión a la pintura y dorado de palios, banderas, estandartes y otros objetos, a la pintura de tela negra o azul y en cortinajes, pintura y dorado de terciopelo y a la pintura con moldes pintados³⁷.

Asímismo, existen ejemplos muy remotos en diversos documentos correspondientes a la pintura del Norte de Europa de los siglos XII, XIII, XIV y XV que se refieren a la existencia de lienzos pintados, tanto banderas y estandartes como pintura religiosa. Muchos de estos lienzos se pintaban al temple³⁸.

Como ya se ha apuntado en párrafos anteriores, a lo largo de la historia de la pintura debió existir cierta cantidad de obra menor, especialmente asequible

Obra menor

³⁴ HAWTHORNE, J. G. y STANLEY SMITH, C., (1974), receta nº 112, pp. 43-44.

³⁵ MERRIFIELD, M. P.: *Original treatises on the arts of painting*, 2 vols, Nueva York, Dover, 1967, vol. 1, receta nº XXVI [280], pp. 230-232.

³⁶ *Ibidem*, vol. 1, receta nº 291, pp. 258-267.

³⁷ CENNINI, C. (1913), *op. cit.*, cap. CLXII-CLXVII, pp. 112-117 y cap. CLXXIII, pp. 123-125. CENNINI, C. (1988), *op. cit.*, cap. CLXII-CLXVII, pp. 201-207 y cap. CLXXIII, pp. 215-218. Este autor alude, además, al dorado con mordiente oleoso sobre tejidos.

³⁸ Diane Wolfthal se refiere a varios de estos documentos. Por un lado, indica que Abbot Conrad encargó una «linteamina depicta» para la iglesia de San Miguel de Hildesheim. Asimismo, en el año 1220 algunos inventarios de iglesias inglesas mencionan la pintura de paños de lino para ser colocados ante el altar. WOLFTHAL, D.: *The beginnings of Netnerlandish canvas painting: 1400-1530*, Cambridge, etc., Cambridge University Press, 1ª ed., 1989, pp. 2-5, 23-29.

económicamente, y en la que no se siguieron las pautas de elaboración o tratamiento y preparación cuidadosa de los soportes que se daba en los retablos. De la existencia de estas obras de las que apenas quedan algunas muestras, dan fe algunos inventarios de bienes. Así, el que corresponde a los del pintor Diego Díaz y Doña María de la Calzada, de 1661, incluye, por ejemplo, «una pintura de un santo xpto en papel pegada en tabla», «una pintura de Nuestra Señora en papel pegado en lienço» y «un retrato pequeño de un mujer en lienço pegado a una tabla»³⁹.

Pintura sobre
lienzo al óleo

Pero siguiendo, por tanto, con la línea general de la evolución del empleo de los soportes, la amplia difusión de la utilización del lienzo pintado al óleo, en la pintura de retablos y de género, constituyó el siguiente paso en la evolución del empleo de soportes y aglutinantes. Este tipo de pintura coexistió con la práctica de la pintura al temple sobre lienzo, de lo que dan fe numerosos textos de los siglos XVI y XVII, como los *Comentarios de la pintura* de Felipe de Guevara⁴⁰ (c. 1560), el *Tractado del arte de la pintura* (s. XVII), de autor anónimo y descubierto por M. Sanz⁴¹, los *Dialogos de la pintura* de Vicente Carducho (1633)⁴² y el *Arte de la pintura* de Francisco Pacheco (1649)⁴³.

³⁹ GARCÍA CHICO, E.: *Documentos para el estudio del arte en Castilla*, tomo tercero 2, pintores, Seminario de Estudios de Arte y Arqueología, Valladolid, Consejo Superior de Investigaciones Científicas y Universidad de Valladolid, Facultad de Historia, 1946, pp. 73-85.

⁴⁰ GUEVARA Felipe de: *Comentarios de la pintura*, (2ª ed. reproducida de la ed. princ. de Madrid, por don Gerónimo Ortega, Hijos de Ibarra y compañía, 1788, la obra, sin embargo, data originariamente de alrededor de 1560, ed. actual rev. por Rafael Benet) Barcelona, Selecciones Bibliófilas, 1948, pp. 136-139.

⁴¹ SANZ, M.M.: "Un tratado de pintura anónimo y manuscrito del siglo XVII", *Revista de ideas estéticas*, nº 143, tomo XXXVI, 1978, 252-275, pp. 252, 269.

⁴² CARDUCHO, Vicente: "Diálogos de la Pintura, Origen, Esencia, Definición, Modas y Diferencias", (1ª ed. 1633, Madrid), en *La Teoría de la Pintura en el Siglo de Oro*, (ed., pról. y n. de F. Calvo Serraller), Madrid, Cátedra, 1981, p. 380. Debe indicarse que el *Tractado del arte de la pintura* (s. XVII), descubierto y estudiado por Mercedes Sanz, y los *Diálogos de la pintura* de Vicente Carducho (1ª ed. 1633), presentan grandes paralelismos, por lo que cabe pensar que uno pueda ser copia del otro. Del autor del primero únicamente se conoce, por lo que él mismo explica en el texto, que escribió el tratado con la «comunicación» de Mateo Núñez de Saavedra. Mª Merced Sanz indica que puede tratarse en realidad de Mateo Núñez de Sepúlveda que, según Ceán Bermúdez, fue nombrado pintor de Felipe IV en 1640. A su vez, Carducho (1576-1638) escribió sus *Diálogos* en 1633. Quizás, aunque esta hipótesis no pueda ser por el momento confirmada, Núñez de Sepúlveda pudo conocer y copiar, o bien ayudar en la copia y modificación de algunas partes del texto de éste. CEÁN BERMÚDEZ, Juan Agustín: *Diccionario histórico de los más ilustres profesores de las Bellas Artes en España*, 6 vols., Madrid, publicado por la Real Academia de San Fernando, en la Imprenta de La Viuda de Ibarra, 1800, en *Tratados de Artes Figurativas*, CD de la Colección Clásicos Tavera, t. III, p. 241.

⁴³ PACHECO, Francisco, *op. cit.*, libro tercero, cap. II, pp. 445-453, cap. V, pp. 480-490.

La pintura sobre lienzo coexistió, a su vez, con la pintura sobre tabla. Diferentes documentos lo testimonian. Las ordenanzas de finales del siglo XV y del siglo XVI que hacen referencia a las distintas labores ejecutadas por los pintores incluyen tanto la pintura de retablos ejecutados al óleo sobre tabla como la pintura de sargas (temple a la cola sobre lienzo)⁴⁴. En esta época, efectivamente, predomina la tabla sobre el lienzo en cuanto a la pintura de retablos.

Coexistencia de tabla y lienzo como soportes

Sin embargo, durante los siglos XVII y XVIII, se invertirá esta tendencia en cuanto al empleo de los soportes. No obstante la amplia difusión del lienzo en la ejecución de retablos y como soporte pictórico en general, los pintores aún continuarán empleando la tabla y, de igual modo que coexistieron el temple y el óleo como técnicas pictóricas en pintura sobre lienzo, ambas técnicas subsisten también en pintura sobre tabla. En España, tratadistas como Francisco Pacheco en su *Arte de la pintura* (1649) o Antonio Palomino de Castro y Velasco en *El museo pictórico y escala óptica* (1715-1724) incluyen en sus escritos los procesos para preparar las tablas. El primero se refiere a la pintura al temple sobre tabla como ya en desuso:

[...] las tablas usaban los viejos [...] pintar en ellas a temple [...]⁴⁵

Sin embargo, en otro apartado de su trabajo indica que aún se pintaba al óleo sobre tabla:

Las tablas en que se suele pintar a óleo, de borne o cedro [...]⁴⁶

Antonio Palomino de Castro y Velasco, autor más tardío que Francisco Pacheco, alude sin embargo aún a la práctica de la pintura al temple sobre tabla⁴⁷. Este dato parece indicar que esta forma de pintura continuó practicándose, aunque

Pintura al temple sobre tabla

⁴⁴ V. RAMÍREZ DE ARELLANO, R.: "Miscelánea, Ordenanzas de pintores", *Boletín de la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando*, año IX, núm. 33, 1915, 29-46, SANTOS GÓMEZ, S. y SAN ANDRÉS MOYA, M.: "Aportaciones de antiguas ordenanzas al estudio de técnicas pictóricas", *Pátina* n^{os} 10 y 11, 2001, 266-285, SANTOS GÓMEZ, S. y SAN ANDRÉS MOYA, M.: "La pintura de sargas", *Archivo Español de Arte*, LXXVII, 2004, 305, 59-74.

⁴⁵ PACHECO, Francisco, *op. cit.*, libro tercero, cap. II, p. 448. Según este autor, las tablas eran preparadas por «los viejos» para pintar al temple mediante la aplicación de yeso grueso y mate.

⁴⁶ *Ibidem*, libro tercero, cap. V, p. 480.

⁴⁷ PALOMINO DE CASTRO Y VELASCO, Antonio, *op. cit.*, tomo I, libro I, cap. VI, pp. 140-141 y tomo II, libro VI, cap. V, pp. 218-220. De acuerdo a este autor, las tablas se preparaban para la pintura al temple mediante la aplicación de una mano de cola, a la que seguían varias manos de una mezcla constituida por este aglutinante, yeso pardo y ceniza y se finalizaba con la aplicación de otra mano de cola.

quizás no muy abundantemente. Respecto a la pintura al óleo sobre este soporte, el autor señala que únicamente se ejecutaban

[...] en cosas de mediano tamaño [...] de suerte, que puedan ser de una pieza [...]⁴⁸

A modo de ejemplo, otros autores que aportan referencias a la práctica de la pintura sobre tabla al temple son Roger de Piles en *Les premiers éléments de la peinture pratique* (1684)⁴⁹, Felipe Nunes en *Arte poetica, e da pintvra, e symetria com principios da perspectiua* (1615)⁵⁰, el *Tractado del arte de la pintura* (s. XVII)⁵¹, Carducho que, en sus *Diálogos de la pintura*, de 1633, describe el temple de igual forma que el autor anterior⁵², Vicente Francisco Martínez en su *Introducción al conocimiento de las bellas artes. Diccionario de Pintura, escultura, arquitectura y grabado* (1788)⁵³ y J. Soler en su *Curso completo teórico práctico de diseño y pintura en sus tres principales ramos de olio, temple, y fresco* (1837), que describe la pintura al temple sobre tabla de forma muy similar a Palomino⁵⁴. Estos dos últimos autores describen preparaciones magras en las que suelen intervenir como ingredientes cola, yeso y ceniza.

Ya en el siglo XX todavía A. H. Church en su *The chemistry of paints and paintin* (1901) describe las preparaciones para la pintura al temple sobre tabla dentro de la línea tradicional de la pintura del Norte de Europa, es decir, blancas, a base de

⁴⁸ *Ibidem*, tomo II, libro V, cap. III, VI, p. 132.

⁴⁹ PILES, Roger de: *Les premiers éléments de la peinture pratique*, (ed. princ. de 1684, París), Genève, Minkoff Reprint, 1973, p. 85.

⁵⁰ NUNES, Felipe: *Arte poetica, e da Pintvra, e symetria, com principios da perspectiua*, Lisboa, Pedro Crasbeeck, 1615, pp. 55v-60r, 59v-60r. Según este autor, la preparación para este tipo de obras consistía en aplicar una mano de cola y diversas manos de este aglutinante y yeso.

⁵¹ Cfr. SANZ, M. M., *op. cit.*, pp. 269-270. Este autor recomienda preparar las tablas para el temple mediante el empleo de cola y yeso.

⁵² CARDUCHO, Vicente, *op. cit.*, p. 380. Este autor prescribe la misma preparación que el autor del *Tractado*.

⁵³ MARTÍNEZ, Francisco: *Introducción al conocimiento de las bellas artes. Diccionario de Pintura, escultura, arquitectura y grabado*, (ed. facs. de la de Madrid, 1788), Real Academia Española, Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Málaga, 1989, p. 329.

⁵⁴ SOLER, J.: *Curso completo teórico práctico de diseño y pintura en sus tres principales ramos de olio, temple, y fresco*, (ed. facs. de la de Barcelona, Imprenta de José Torner, Bajada del Regomí, Marzo de 1837), 2 t. en uno, Valencia, Librerías "París Valencia", 1998, tomo II, pp. 106-109. PALOMINO DE CASTRO Y VELASCO, Antonio, *op. cit.*, tomo II, libro VI, cap. V, pp. 218-220.

carbonato cálcico y cola⁵⁵. J. Bontcé en su *Técnicas y secretos de la pintura. Procedimientos y materiales clásicos y actuales del viejo Egipto* (1989) se refiere específicamente a la preparación de las tablas para ser pintadas al temple en base al empleo de pigmentos opacos y cargas⁵⁶. En general, la mayoría de estos tratadistas se refieren al empleo de preparaciones blancas para este tipo de pintura.

Respecto a la pintura al óleo sobre tabla, suele practicarse en el siglo XVI sobre preparaciones blancas con imprimaciones blancas o coloreadas. Felipe Nunes, autor de comienzos del siglo XVII, recomienda una aplicación de este tipo⁵⁷. Posteriormente, las preparaciones pasarán a estar constituidas fundamentalmente por la mezcla de diversos pigmentos aplicados al óleo. El autor del manuscrito *Reglas para pintar* (s. XVI) prescribe el empleo de bases magras con imprimaciones coloreadas o únicamente bases coloreadas⁵⁸. Vicente Carducho⁵⁹ y Francisco Pacheco hacen referencia al empleo de preparaciones blancas que presentan imprimaciones pardas⁶⁰. Ya en el siglo XVIII Antonio Palomino alude al empleo de preparaciones coloreadas sin haber aplicado previamente estratos magros de yeso⁶¹.

*Pintura al óleo
sobre tabla*

⁵⁵ CHURCH, A. H.: *The chemistry of paints and painting*, Londres, Seeley and Co. Limited, 3ª ed., 1901, pp. 30-31.

⁵⁶ BONTCÉ, J.: *Técnicas y secretos de la pintura. Procedimientos y materiales clásicos y actuales del viejo Egipto*, (1ª ed., rev. y ampl. Barcelona, Las Ediciones de Arte, 1989), Barcelona, Las Ediciones de Arte, [s. a.], pp. 55-56. Una de las preparaciones que el autor recomienda consiste en aplicar una mano de cola sobre la que se dan múltiples manos de blanco de cinc mezclado con blanco de España, cola y una pequeña cantidad de aceite y barniz.

⁵⁷ NUNES, Felipe, *op. cit.*, pp. 55v-56r. La preparación es la misma recomendada para el temple, pero en este caso se aplica, además, una imprimación oleosa con su secante.

⁵⁸ BRUQUETAS GALÁN, R.: "Reglas para pintar. Un manuscrito anónimo de finales del siglo XVI", *Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico*, nº 24, Año VI, septiembre 1998, 33-44, p. 37. Aunque el texto presenta una interpretación dificultosa, el autor del manuscrito parece recomendar una preparación consistente en la aplicación de una mano de cola débil y una capa integrada por cola y yeso (¿o harina?). En lugar de esta mano de yeso o harina podía emplearse, según el autor, una preparación constituida por una capa oleosa sobre la que se aplicaría otra elaborada mediante la mezcla de albayalde [$\text{Pb}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$], minio (Pb_3O_4) y negro. Debe indicarse, no obstante, que el tratadista no señala si las preparaciones referidas, especialmente la primera, magra, debía emplearse para pintura al temple o al óleo.

⁵⁹ El autor parece indicar que las tablas se preparaban mediante la aplicación de una mano de cola, estratos de yeso y de una imprimación, presumiblemente oleosa. CARDUCHO, Vicente, *op. cit.*, p. 380.

⁶⁰ Según Pacheco, se aplicaba primeramente una mano de cola, tres o cuatro manos de yeso grueso y cinco o seis manos de mate y una imprimación elaborada con albayalde y sombra de Italia. PACHECO, Francisco, *op. cit.*, libro tercero, cap. V, p. 481.

⁶¹ PALOMINO DE CASTRO Y VELASCO, Antonio, *op. cit.*, tomo II, libro V, cap. III, V, p. 131. Este autor indica que es preferible aplicar las preparaciones oleosas directamente sobre las tablas sin

Durante el siglo XIX algunos autores siguen las pautas del siglo XVIII en cuanto a la aplicación de preparaciones coloreadas, pero paulatinamente se vuelve a las más claras o blancas y esta tendencia continuará durante el siglo XX. Así, J. Soler en el *Curso completo teórico práctico de diseño y pintura* (1837) se refiere a la aplicación de una preparación algo parda⁶². Posteriormente, como en el caso del temple sobre tabla, en el siglo XX son muy comunes las preparaciones a base de pigmentos opacos blancos e incluso cargas⁶³.

Empleo del lienzo Continuando con el empleo del lienzo, su generalización en obras de cierta importancia se produjo en distintos momentos, dependiendo del país o zona. Usualmente se admite que Italia es pionera en este sentido, frente a España o Flandes. Algunos estudios indican que los venecianos utilizaron fundamentalmente la tabla hasta 1450 y que, ya en el siglo XVI, el empleo del lienzo se había difundido ampliamente, mientras que en Flandes todavía en el siglo XVII, la producción lienzo/ tabla era muy similar⁶⁴.

Comodidad de transporte de los lienzos Una de las causas que explican la sustitución progresiva de la tabla por el lienzo es que este soporte facilita el almacenamiento y transporte de las obras, especialmente en lo que respecta a las de cierta envergadura. Los retablos realizados enteramente en madera, especialmente los de gran tamaño y por tanto peso, constituían piezas que resultaban inamovibles. Autores que utilizaron ambos soportes reservaron generalmente la tabla para obras de menor tamaño que los lienzos⁶⁵. No

haber aplicado previamente una mano de cola, ya que de esta manera los estratos se adhieren más firmemente al soporte.

⁶² SOLER, J., *op. cit.*, tomo II, pp. 47-48. Este autor recomienda la aplicación de una preparación en la que se mezclan tierra y albayalde y se emplea como secante minio, cardenillo, o pintura ya añeja.

⁶³ CHURCH, A. H., *op. cit.*, p. 29. Este autor indica que la preparación debía elaborarse con blanco de plomo, barniz copal y aceite de linaza. La última capa podía estar constituida por blanco de cinc y aceite secante. RONCHETTI, G.: *Manual para los aficionados a la pintura al óleo, á la acuarela, miniatura, aguazo, temple, encausto, pastel, fotopintura, etc. (paisaje, figura, flores, carteles de anuncios)*, (trad. de la 4ª ed. italiana por María Ortíz y Ortíz), Madrid, Adrián Romo, 1912, pp. 411-412. Este autor recomienda la aplicación de una preparación constituida por yeso y cola, que se pulía con aceite y piedra pómez. Otro tipo de preparación consistía en aplicar una mezcla integrada por pintura blanca y aceite de linaza o adormideras.

⁶⁴ MIEDEMA, H. y MEIJER, B.: "The introduction of coloured ground in painting and its influence on stylistic development, with particular respect to sixteenth-century Netherlandish art", *Storia dell'arte*, 1979, 79-98.

⁶⁵ En la obra del pintor holandés Frans Hals (1580-1665) el lienzo predomina en las obras de tamaño superior a 50X60 cm. Sin embargo, las dimensiones no son siempre determinantes a la hora de elegir el soporte. Así, puede influir, por ejemplo, el criterio del patrón. Cuando Johannes Cornelisz es requerido para pintar los retratos de Sara van Herrewijn y su marido (1653), se tuvo en cuenta el retrato de su padre, pintado hacía 18 años sobre roble, que también medía 65X83 cm. V.

resulta, por tanto, extraño que de la necesidad de transporte de estas obras surja la sustitución paulatina de la madera por el lienzo, de fácil manipulación, hasta llegar a la generalización de su uso. Hay que tener en cuenta que, durante la Baja Edad Media, las relaciones comerciales entre puntos geográficamente distantes se intensifican. Monarcas europeos, nobleza y la incipiente burguesía reclaman obras que han de recorrer largas distancias. Esta exigencia se refiere no sólo a las de artistas de fama, sino también a multitud de obras *menores* que en aquel tiempo se pintaban prácticamente en serie. Así, Giorgio Vasari en *Las vidas de los más excelentes arquitectos, pintores y escultores italianos desde Cimabue a nuestros tiempos* (1550) indicaba:

Gli uomini per potere portare le pitture di paese in paese, hanno trovato la comodità delle tele dipinte, come quelle che pesano poco et avvolte sono agevoli a trasportarsi. Queste a olio, perch'elie siano arrendevoli [...]. [Los hombres, para poder transportar las pinturas de un país a otro, han encontrado la comodidad de las telas pintadas, que pesan poco y son fáciles de transportar. Se pintan al óleo, para que sean flexibles [...]]⁶⁶

Felipe de Guevara en sus *Comentarios de la pintura* de alrededor de 1560, inmerso por tanto en una época en la que los talleres españoles se han adaptado ya a este soporte, se refiere al sencillo transporte de los lienzos:

Tienen una comodidad las Pinturas en lienzo, que es ser portátiles para pasarlas más cómodamente de un lugar a otro, de manera que justamente las podrán llamar pinturas cortesanas.⁶⁷

Francisco Pacheco, por su parte, señalaba la utilidad de la invención de la pintura al óleo sobre lienzo aludiendo a la

[...] comodidad de poderse llevar la pintura a diversas provincias.⁶⁸

HENDRIKS, E.: "Johannes Cornelisz. Verspronck. The technique of a seventeenth century Haarlem portraitist", en *Looking through paintings. The study of painting techniques and materials in support of art historical research*, Países Bajos, Uitgeverij de Prom, 1998, 227-267. V., especialmente, las pp. 232-233.

⁶⁶ VASARI, G., (1986), *op. cit.*, cap. XXIII, p. 70. VASARI, G. (1998), *op. cit.*, cap. XXIII, p. 119.

⁶⁷ GUEVARA, Felipe de, *op. cit.*, p. 139.

⁶⁸ PACHECO, F., *op. cit.*, libro tercero, cap. V, p. 481.

Antonio Palomino de Castro y Velasco indicaba, haciendo una comparación con la pintura sobre tabla:

[...] los lienzos, que con facilidad se aparejan, se mueven, y transportan arrollados a cualquier parte, por mucha que sea su magnitud, y en cualquier contraste, que les suceda, son fáciles de aderezar.⁶⁹

Constatación de los deterioros que sufrían las tablas

Por otra parte, habían sido suficientemente constatados los deterioros que se producen en las tablas, algunos de difícil solución, que no afectaban únicamente al soporte, sino también a las capas de preparación y los estratos pictóricos. Así, Francisco Pacheco alude al

[...] riesgo que tienen de abrirse las tablas [...]⁷⁰

Estas circunstancias también justificaban el empleo del lienzo que, según Francisco Pacheco, podían mantenerse en buenas condiciones, protegidos de la humedad, clavados sobre tablas gruesas⁷¹.

Y Antonio Palomino de Castro y Velasco señalaba, refiriéndose a la pintura sobre tabla:

[...] pero ya esto se ha dejado, por haberse visto los inconvenientes de faltar los aparejos [...] y abrirse las tablas; [...] y más habiéndose descubierto la industria de los lienzos [...]⁷²

El lienzo constituía un soporte más económico

Además, la utilización del lienzo como soporte agilizó y aumentó la producción, ya que se preparaban con mayor facilidad. Su empleo evitaba la compleja elaboración de los soportes de madera, con su corte adecuado, uniones, colocación de los sistemas de refuerzo, etc., lo que significó una reducción de los costes y, por tanto, la intensificación de las adquisiciones, especialmente, por parte de las clases económicamente privilegiadas. No obstante, algunos autores como Felipe de Guevara se lamentan del empleo del lienzo debido a su carácter más efímero, mencionando, además, su reducido precio, frente a las tablas:

⁶⁹ PALOMINO DE CASTRO Y VELASCO, Antonio, *op. cit.*, vol. II, libro V, cap. III, VI, p. 132.

⁷⁰ PACHECO, Francisco, *op. cit.*, libro tercero, cap. V, p. 481.

⁷¹ *Ibidem*.

⁷² PALOMINO DE CASTRO Y VELASCO, Antonio, *op. cit.*, vol. II, libro V, cap. III, VI, p. 132.

Este último género de pintar en lienzo al oleo, anda tan valido en nuestros tiempos, que estoy por decir, que ha acevilado en gran manera la Pintura, habiendo desterrado la autoridad de las tablas y perpetuidad de ellas. No puedo pensar que no se entienda la ventaja que hay de lienzos á tablas, y la imperfeccion hay en lo uno, y la excelencia que solia haber en lo otro; pero no es cosa nueva haber sido esto que llaman barato, destruicion de las buenas artes.⁷³

Algunas preparaciones de la pintura al óleo sobre lienzo son muy similares a las de las tablas, ya que están constituidas por una base magra (yeso, carbonato cálcico) sobre la que solía aplicarse una imprimación coloreada. El tratadista anónimo de *Reglas para pintar* (s. XVI) hace referencia a la preparación de los lienzos en base al empleo de una preparación de este tipo. Este autor se refiere también al uso de las preparaciones coloreadas al óleo⁷⁴.

Preparaciones de la pintura al óleo sobre lienzo

Durante los siglos XVII y XVIII es muy común la aplicación de imprimaciones coloreadas sobre bases magras. Éstas imprimaciones cobraron gran importancia en muchos casos, de modo que a veces llegan a constituir casi por sí mismas la preparación, ya que como primer estrato pudo aplicarse únicamente cola animal⁷⁵. En el siglo XIX aún las preparaciones pueden presentar cierta tonalidad anaranjada, aunque ya comienza a ser muy frecuente el empleo de pigmentos opacos blancos y cargas⁷⁶.

⁷³ GUEVARA, FELIPE DE, *op. cit.*, pp. 137-138.

⁷⁴ BRUQUETAS GALÁN, R., *op. cit.*, p. 37. El autor recomienda para pintura al óleo tanto sobre lienzo como sobre tabla, una preparación consistente en la aplicación de una mano de cola débil y una capa constituida por cola y yeso. En lugar de esta mano de yeso o harina podía emplearse una preparación constituida por dos capas oleosas en la que la segunda estaría integrada por la mezcla de albayalde, minio y negro.

⁷⁵ A modo de ejemplo, cfr. NUNES, Felipe, *op. cit.*, pp. 55v-56r. La preparación prescrita por este autor consiste en la aplicación de varias manos de cola, sobre las que se aplica la imprimación oleosa. Vicente Carducho recomienda el empleo de una mano de cola, estratos de yeso y una imprimación, presumiblemente oleosa. CARDUCHO, Vicente, *op. cit.*, p. 380. Según Francisco Pacheco, la mejor preparación para la pintura al óleo sobre lienzo consistía en aplicar una mano de cola «flaca» (débil) y tres manos de imprimación, integradas por aceite y tierra de Sevilla. En la tercera mano podía añadirse una pequeña proporción de albayalde. PACHECO, Francisco, *op. cit.*, libro tercero, cap. V, p. 481, Antonio Palomino recomienda la aplicación de una primera mano de gacha (agua, harina, y una pequeña cantidad de miel y aceite) o de cola y después su imprimación al óleo (tierras y secante). PALOMINO DE CASTRO Y VELASCO, Antonio, *op. cit.*, tomo II, libro V, cap. III, III, pp. 127-131.

⁷⁶ J. Soler prescribe la aplicación de una preparación en la que se mezclan tierra y albayalde y se emplea como secante minio, cardenillo, o pintura ya añeja. Según este autor, la aplicación de una primera mano de cola puede dar lugar al desprendimiento de los estratos que se disponen sobre la

En la época de predominio de las bases coloreadas aplicadas en pintura sobre lienzo (s. XVII-XVIII fundamentalmente), los artífices aprovecharon y valoraron con fines estéticos el color pardo de las preparaciones, así como la textura del soporte y la impronta matérica de los pinceles. En muchos casos, las preparaciones llegan a formar parte de la capa pictórica constituyendo tonos de base en medios tonos y sombras, con lo que se reducía la cantidad de pintura empleada en estas zonas. Estas tonalidades de base proporcionan una atmósfera general y oscura a las pinturas que resulta idónea para las pinturas basadas en el claroscuro, donde las sombras son pintadas con leves capas o toques de pincel y las luces se elaboran mediante la aplicación de una cantidad mayor de pintura.

En el siglo XVII, numerosos pintores que utilizaron ambos soportes, tabla y lienzo, que pintaron al óleo sobre uno y otro, emplearon más frecuentemente preparaciones blancas sobre tabla y coloreadas sobre lienzo. Estudios efectuados sobre las obras de Johannes Vermeer y Rembrandt dan testimonio de esta afirmación⁷⁷. Quizás los artífices entendieron que la textura del lienzo se asociaba de manera excepcional con una preparación coloreada, de modo que podían aprovecharse mejor las calidades que adquiriría la superficie.

A la hora de preparar los lienzos para ser pintados al óleo se tenía en cuenta la finalidad a la que iban a ser dedicados. Giorgio Vasari, por ejemplo, establece diferencias entre las preparaciones para obras que no van a estar fijas, que han de ser oleosas, y las correspondientes a obras que sí van a estarlo, a las que se aplicaba una base blanca y magra⁷⁸. Los estratos oleosos, frente a los magros, son más flexibles y, por tanto, adaptables a un soporte que también lo es. El hecho de que los estratos aplicados sobre un lienzo tengan carácter graso constituye una circunstancia

misma. SOLER, J., *op. cit.*, tomo II, pp. 46-48. Según Church, la preparación para pintura sobre lienzo al óleo consistía en aplicar una mano de cola sobre la que se daba una mano de carbonato cálcico y cola y otra de blanco de plomo y aceite de linaza. Podía aplicarse, además, una mano de blanco de cinc y aceite de linaza. Otra preparación al temple para este tipo de pintura estaba constituida por carbonato de calcio y cola, o por estos dos elementos y yeso. Sobre estas capas se aplicaba una mano de cola. CHURCH, A. H., *op. cit.*, pp. 32-33. Ronchetti recomienda aplicar una mano de cola clara y una capa de blanco de plomo y aceite y otros pigmentos, como por ejemplo ocre. Otra preparación recomendada por el autor consiste en aplicar diversas manos de cola sobre las que se dan dos manos de una mezcla constituida por pasta de harina y arcilla blanca con un poco de ocre. Puede emplearse además como preparación una mezcla de cal viva y yeso mezclados con cola. RONCHETTI, G. *op. cit.* pp. 414-415.

⁷⁷ MIEDEMA, H., MEIJER, B., *op. cit.*, pp. 83-84.

⁷⁸ VASARI, G., (1986), *op. cit.*, cap. XXIII, vol. 1, p. 70. VASARI, G., (1998), *op. cit.*, cap. XXIII, p. 119.

especialmente importante cuando la obra ha de transportarse, ya que se evitan pérdidas de pintura⁷⁹.

En cuanto a la pintura al temple sobre lienzo, ya se ha indicado que se practica a través del tiempo, coincidiendo incluso con la abundante práctica de la pintura al óleo sobre este soporte. Son generalmente obras más asequibles concebidas, en ocasiones, como obras de carácter efímero, destinadas a emplearse como banderas, estandartes, puertas de órganos, velos de Cuaresma, pintura mural, etc. Francisco Pacheco, refiriéndose a la pintura sobre lienzo, prefiere el óleo para obras de cierta importancia:

Pintura al temple sobre lienzo

Aunque varias veces se me ofreció (en el discurso de más de más de 25 años) pintar sobre lienzo a temple, por [...] ser el olio más acomodado a los cuadros, retablos y cosas graves, exercitaba en el temple muy de paso [...]⁸⁰

Este menosprecio del temple por parte de Francisco Pacheco, puede deberse al aspecto más realista que puede adquirir el objeto representado mediante la técnica del óleo. Pero, por otra parte, también podría derivarse de la constatación de la menor fragilidad de la pintura ejecutada con este aglutinante.

Como se ha indicado, seguramente, numerosos lienzos pintados al óleo, frente a los que se pintaban al temple, se han conservado mejor debido a que el empleo de un aglutinante oleoso (tanto en la capa pictórica como en muchos casos también en la preparación) proporcionaba mayor flexibilidad a los estratos aplicados sobre un soporte también más flexible que la tabla. Asimismo, posiblemente haya influido la mayor resistencia del óleo frente a los agentes atmosféricos. Por otra parte, el hecho de que pudiera haberse dispensado una mejor ubicación o una mayor atención a las obras ejecutadas al óleo con respecto a las realizadas al temple ha podido dar lugar a su mejor conservación.

Fragilidad de la pintura al temple sobre lienzo

⁷⁹ Vasari hace referencia a la flexibilidad que presentan los estratos que se aglutinan al óleo: «Queste a olio, perch' elle siano arrendevoli [...]». *Ibidem*. «Se pintan al óleo, para que sean flexibles [...]». *Ibidem*. Los lienzos pintados al óleo tienen más posibilidades de conservación, especialmente si sobre el soporte se ha aplicado una delgada capa aislante de un material magro como por ejemplo cola, encima de la cual puede aplicarse o no otro estrato preparatorio al óleo. Este mejor comportamiento es debido a la mayor flexibilidad de los estratos aglutinados al óleo. Asimismo, la fina capa magra evita que el aceite de los estratos superiores oxide las fibras textiles.

⁸⁰ PACHECO, Francisco, *op. cit.*, libro tercero, cap. II, p. 451.

Esta mayor perdurabilidad de la pintura ejecutada al óleo pudo conllevar el empleo de materiales más valiosos que los utilizados en la pintura realizada al temple. Efectivamente, con esta técnica se emplearon pigmentos que no se usaban al óleo. Sin embargo, en la mayoría de los casos este empleo diferenciado pudo dimanar de las características que adquiere el propio pigmento cuando se aglutina con uno u otro medio, ya que algunos pueden perder su poder cubriente⁸¹ o inhibir o retardar el secado de este aglutinante. A modo de ejemplo, el jalde⁸², descrito por Antonio Palomino de Castro y Velasco como insecable al óleo⁸³, según las *Ordenanzas de Córdoba de 1493* debía emplearse al temple en la pintura de sargas, mientras que al óleo, en pintura de retablos, se recomienda el empleo de genuli⁸⁴.

*Economía de la
pintura al
temple sobre
lienzo*

Respecto a la economía de este tipo de obras ejecutadas al temple, aglutinadas a la cola o al huevo, Felipe de Guevara incluye en su tratado una anécdota que ilustra este aspecto:

Pero entiendo que hay otros de diferente parecer, con quien yo no determino de porfiar, que deben ser del mismo parecer que un amigo que tuve en Flandes el año de 1540, el qual en Amberes me rogó le llevase á ver lienzos pintados al fresco, para traer algunos á su casa. Llévéle en Amberes á la casa donde mejor ropa habia: apartó doce entre muchas docenas que nos sacaron. Venido al precio, pidiénos el maestro á dos ducados por cada uno: mi compañero dexó suspenso el negocio,

⁸¹ A modo de ejemplo, el yeso fue empleado como pigmento blanco en pintura sobre lienzo al temple, prefiriéndose frente al blanco de plomo por su menor coste y debido a que la naturaleza del aglutinante empleado lo permitía, ya que la cola hace que conserve su poder cubriente, como ya se ha indicado en el capítulo dedicado al estudio de este material. Sin embargo, en pintura sobre tabla podían emplearse materiales costosos que, en numerosos casos, eran especificados en los contratos para pintar y dorar tablas, donde se indicaba incluso el lugar del que debían proceder. Así sucedía, por ejemplo, con el blanco de plomo procedente de Venecia. V. una de las condiciones para dorar, estofar y pintar el retablo mayor de la iglesia de Santa María en Medina de Rioseco (Valladolid) por Pedro de Oña (1601), donde se requiere el empleo de «alvaial de venecia». V. GARCÍA CHICO, E., (1946), *op. cit.*, tomo tercero, I, pintores, pp. 248-256. Sin embargo, en este punto interesa aclarar que las indicaciones a las que se está haciendo alusión en estos párrafos son generales. Efectivamente, existen obras ejecutadas al temple sobre lienzo en cuya realización se han utilizado materiales tan costosos como el oro fino.

⁸² Sulfuro de arsénico (As_2S_3). Es un pigmento amarillo que se presenta en la naturaleza en forma de mineral. Asimismo, se obtiene artificialmente mediante la acción del ácido sulfhídrico, que produce su precipitación de una solución de ácido arsenioso. Véase *Hawley diccionario de química y de productos químicos*, (rev. por N. Irving Sax y Richard J. Lewis, trad. del inglés al español por Luis García Ramos y Rosana Tulla), Barcelona, Omega, 1993, p. 98. En la época de Cennino Cennini ya se preparaba artificialmente. CENNINI, C., (1988), *op. cit.*, cap. XLVIII, p. 77.

⁸³ PALOMINO DE CASTRO Y VELASCO, Antonio, tomo II, libro V, cap. IV, II, p. 136.

⁸⁴ RAMÍREZ DE ARELLANO, R., *op. cit.*, pp. 38-39.

por que le pareció el precio muy subido: á la tarde desmintióme, y solo dio la vuelta por estas tiendas, y vino cargado de veintiquatro lienzos de á ducado; díxome que muy mejor era enviar á su casa veintiquatro lienzos, que no doce por un mesmo precio. Sospecho debe haber muchos del parecer de mi amigo, y ser mucha parte que hay tantos lienzos, y tan pocas tablas [...]⁸⁵

La pintura al temple sobre lienzo seguirá existiendo durante los siglos XVII, XVIII y XIX, de lo que dan fe numerosos autores como Felipe Nunes⁸⁶, Francisco Pacheco⁸⁷, Vicente Carducho⁸⁸, el tratadista anónimo del *Tractado de la pintura*⁸⁹, Antonio Palomino de Castro y Velasco⁹⁰ y J. Soler⁹¹. De estos autores españoles quizás sean Francisco Pacheco y Antonio Palomino quienes aportan mayor información referente a los diversos modos de temple utilizados en su tiempo.

La preparación de este tipo de obras es inexistente o suele consistir en un delgado estrato magro, blanco, que se reduce a veces a una ligera capa de cola, en ocasiones levemente coloreada⁹². La utilización de estos materiales se debe a que los estratos pictóricos, magros, requieren una preparación de estas mismas características. Además, el hecho de que se empleen preparaciones delgadas evita que la flexibilidad del soporte de lugar a pérdidas de pintura, lo que debía prevenirse

Preparaciones de la pintura al temple sobre lienzo

⁸⁵ V. GUEVARA, Felipe de, *op. cit.*, pp. 138-139. El autor describe las obras ejecutadas sobre lienzo al fresco como «[...] colores gastadas con cola, ó claras de huevo y otros aparejos [...]». *Ibidem*, p. 137.

⁸⁶ NUNES, Felipe, *op. cit.*, pp. 59v 60r. Este autor parece prescribir la aplicación de una mano de cola que puede contener una pequeña proporción de albayalde.

⁸⁷ PACHECO, Francisco, *op. cit.*, libro tercero, cap. II, pp. 445-453. F. Pacheco se refiere a diversos tipos de pintura sobre lienzo al temple. Las preparaciones que recomienda consisten, o bien en la aplicación de diversas manos de cola, o de este aglutinante mezclado con yeso. La «pintura aguazo» no se preparaba. Las «aguadas de colores» se aplican sobre raso o tafetán bañados con agua de alumbre.

⁸⁸ CARDUCHO, Vicente, *op. cit.*, p. 380. Este autor recomienda una preparación de yeso y cola para el temple sobre lienzo.

⁸⁹ SANZ, M. M., *op. cit.*, pp. 269-270. Este autor prescribe la misma preparación que Vicente Carducho.

⁹⁰ PALOMINO DE CASTRO Y VELASCO, Antonio, *op. cit.*, tomo II, libro VI, cap. V, I, pp. 218-220, tomo II, *Índice de términos*, p. 561. El autor indica que se empleaba la cernada, mezcla de ceniza y cola, para aparejar los lienzos que se pintaban al temple.

⁹¹ SOLER, J., *op. cit.*, tomo II, pp. 107-108. Este autor recomienda aplicar diversas manos de yeso pardo o blanco mezclado con cenizas y cola.

⁹² Aunque ya se han aportado algunas referencias, en el cap. IV se incluye un estudio detallado de los temples sobre lienzo.

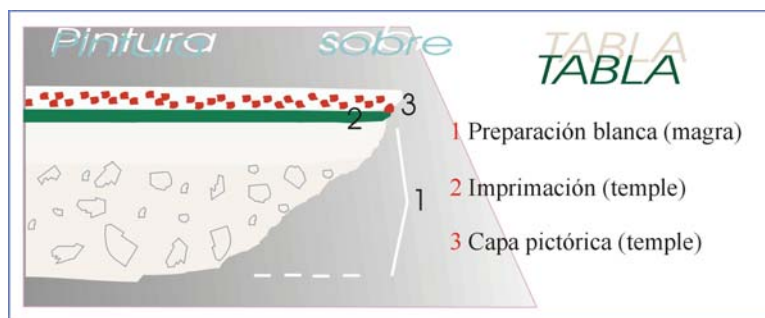
especialmente cuando la obra se trasladaba o iba a ser guardada, como ocurría con los velos de Cuaresma.

Para finalizar, puede indicarse que la pintura al óleo sobre lienzo constituye el soporte y la técnica que priman en el heterogéneo y disperso siglo XX y comienzos del XXI. A pesar de la extremada variedad de materias utilizadas por los artistas, las preparaciones por excelencia o preferidas por un mayor número de ellos, continúan en la línea de las utilizadas en el siglo XIX, en cuanto a la predilección por las blancas. La creación del medio acrílico en el siglo XX ha deparado en su amplia utilización en preparaciones, aglutinando materiales como blanco de titanio y un material inerte, como se verá más adelante⁹³. Este medio preserva el poder cubriente del carbonato a la vez que mantiene la flexibilidad del soporte. Esta última característica, como se ha observado, también fue proporcionada por las preparaciones al aceite, especialmente cuando eran delgadas.

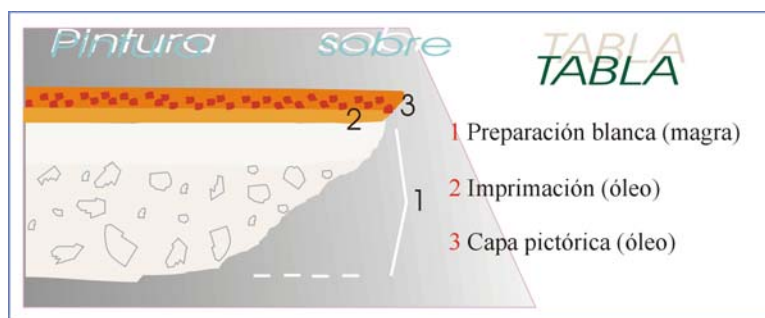
Como resumen de lo explicado en este capítulo, se muestra a continuación un esquema de algunos de los tipos de preparaciones más empleados, de acuerdo al soporte y aglutinante utilizado en los estratos pictóricos que, a su vez, constituyen aspectos determinantes del tipo de preparación utilizada.

1. PINTURA SOBRE TABLA	2. PINTURA SOBRE LIENZO
1.1. Estratos pictóricos: temple ♦Preparaciones blancas (magras) - Posible imprimación al temple	2.1. Estratos pictóricos: temple 2.1.1. ♦Sin preparación 2.1.2. ♦Preparaciones magras (blancas, coloreadas)
1.2. Estratos pictóricos: óleo 1.2.1. ♦Preparaciones blancas (magras) - Imprimación oleosa 1.2.2. ♦Probable mano de cola y preparaciones blancas/coloreadas (grasas)	2.2. Estratos pictóricos: óleo 2.2.1. ♦Preparaciones blancas (magras) - Imprimación oleosa 2.2.2. ♦Probable mano de cola y preparaciones blancas/coloreadas (grasas)

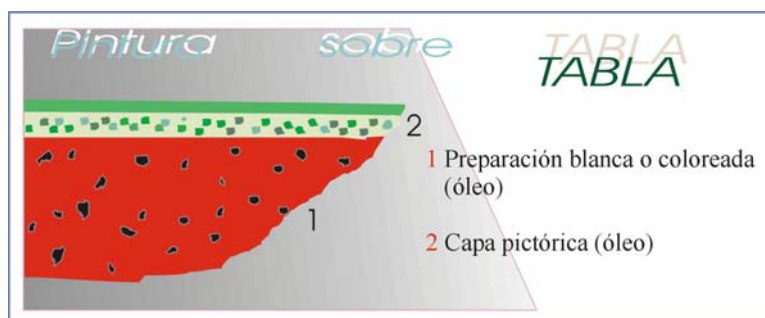
⁹³ MAYER, R.: *Materiales y Técnicas del Arte*, (trad. Juan Manuel Ibeas), Madrid, Herman Blume, 2ª ed. española 1993, p. 279.



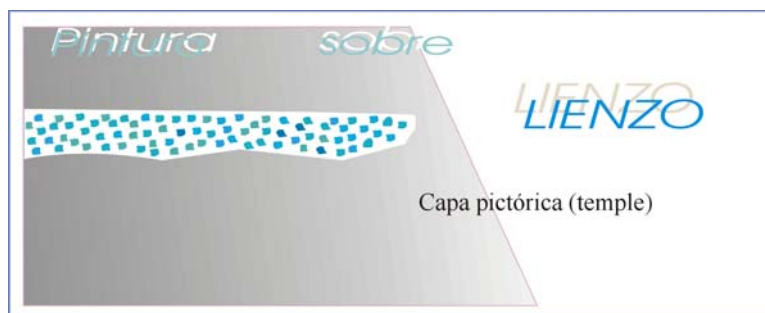
1.1.



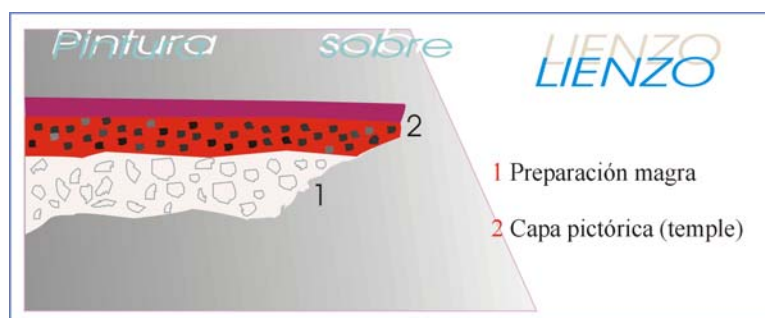
1.2.1.



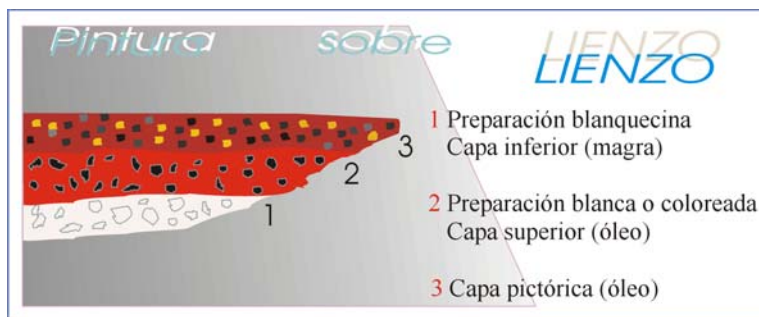
1.2.2.



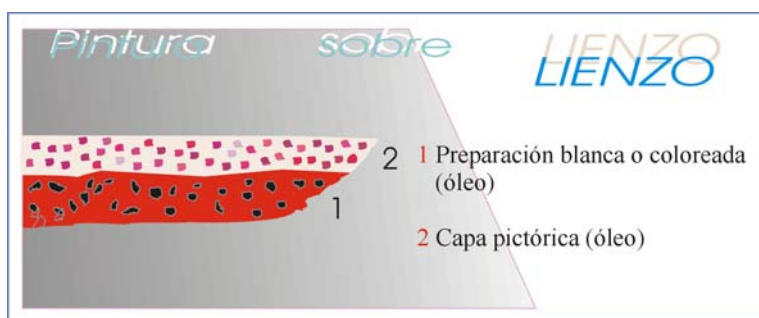
2.1.1.



2.1.2.



2.2.1.



2.2.2.

CAPÍTULO IV

Las preparaciones blancas de la pintura sobre tabla



Harás también un altar para quemar el incienso. [...] Lo harás de madera de acacia [...]. Lo revestirás de oro puro por arriba, por los lados todo en torno [...], y harás todo en derredor una moldura de oro. Ex 30 1-3

IV. Las preparaciones blancas de la pintura sobre tabla

A grandes rasgos, puede decirse que, hasta el siglo XVI, los talleres de Europa Occidental utilizan profusamente la madera¹ como soporte pictórico en pintura de retablos. Sobre las tablas suelen aplicarse preparaciones blancas, que proporcionan una superficie reflectante de la luz, aportando luminosidad a los estratos pictóricos superpuestos. Estas preparaciones estaban constituidas fundamentalmente por yeso o creta aglutinados con cola animal. Estas capas, en ocasiones, han sido cubiertas por imprimaciones, de color blanco, pardo, anaranjado, amarillo o gris. Un caso particular, por su gran difusión y finalidad concreta, es el empleo de bol rojizo para el dorado de las tablas y la utilización de la tierra verde para este fin así como para establecer una base de color en la pintura de encarnaciones.

La elección de una determinada sustancia para la elaboración de las preparaciones de la pintura sobre tabla depende de diferentes circunstancias. Normalmente, viene determinada por la abundancia de ese material en el lugar de residencia o trabajo de los talleres, así como por su adecuación al fin para el que ha sido aplicada, que depende de su naturaleza y propiedades físico-químicas, y por las más o menos fluidas relaciones comerciales, políticas y de intercambio de artífices existentes entre las diferentes comarcas o ámbitos geográficos.

*Condiciones
del empleo de los
materiales
utilizados en las
preparaciones*

Mientras pintores flamencos, alemanes, polacos, ingleses, normandos y, en

¹ Ya se ha indicado en el Capítulo III que, sin embargo, el lienzo fue un soporte pictórico empleado ampliamente, a pesar de que la escasez de obras conservadas parezca indicar lo contrario.

general, el norte de Europa preparaba sus soportes pictóricos mediante la mezcla de calcita y cola animal², España se acoge, casi como norma, a la tradición del sur de Europa (junto a Italia o Portugal³), que suele emplear sulfato cálcico con diferentes grados de hidratación (yeso dihidrato o anhidro).

Numerosos estudios técnicos dan cuenta de las preferencias de una y otra zona por los materiales indicados, así como de algunas particularidades de su empleo, como se verá más adelante.

*Empleo de yeso
en los países
ribereños del
Mediterráneo*

La aplicación en las molduras de los retablos, que iban a ser doradas, de los estratos de yeso grueso y yeso mate en los países ribereños del Mediterráneo y de carbonato cálcico en los del Norte, implicó el empleo de estos mismos materiales en las tablas. La práctica de su utilización se dio durante la Edad Media, haciéndose extensiva incluso hasta el siglo XX en el caso del dorado al agua sobre tabla, donde la tradición se ha mantenido prácticamente inalterada.

Sin embargo, en la preparación de las tablas fueron surgiendo, progresivamente, pequeños pero significativos cambios. Puede decirse que en el siglo XVI (al menos en lo que respecta a la pintura española) desaparecen los fondos dorados de las tablas. Por esta razón, el soporte ya no exigía una preparación tan cuidada como la que era necesaria cuando se iba a proceder al dorado de estos soportes o basada únicamente en estos materiales. Esta circunstancia pudo derivar, por ejemplo, en la adición de pigmento a las preparaciones de creta⁴ o en la ausencia del estrato de yeso mate en preparaciones de la escuela española⁵. De las características de los diversos tipos de preparaciones, así como las que adquieren en su evolución se da cuenta ampliamente en los siguientes apartados.

² GETTENS, R. J. y WEST FITZHUGH, FELLER, R. L.: "Calcium carbonate whites", en *Artists' pigments. A handbook of their history and characteristics*, (ed. Ashok Roy), Nueva York, National Gallery of Art, volume 2, 1993, 203-226.

³ MOURA, A. de: "Etude des techniques de la peinture Portugaise du XY^{ème} siècle", *Conservation of paintings and the graphic arts*, The International Institute for Conservation of Historic and Artistic Works, Lisbon Congress, 9-14 octubre 1972, 301-302.

⁴ KÜHN, H.: "A study of the pigments and grounds used by Jan Vermeer", *Report and studies in the history of art*, 1968, 155-202. V., en concreto, la p. 173.

⁵ SAN ANDRÉS MOYA, M., SANTOS GÓMEZ, S. y RODRÍGUEZ MUÑOZ, A.: "Características y metodología de aplicación de los yesos utilizados en la preparación de las pinturas sobre tabla. Primeros resultados del estudio efectuado sobre cuatro tablas de los siglos XV-XVI", *Pátina* nº 8, 1997, 92-104.

IV. 1. El empleo de yeso en las preparaciones blancas de la pintura sobre tabla: España y los países de la Cuenca del Mediterráneo

En España, el empleo de yeso en las preparaciones vino determinado, por una parte, por la abundancia de este material en la mitad oriental de la Península Ibérica, así como en las Islas Baleares⁶.

Pero además, el yeso era un material muy conocido ya en el mundo antiguo en la Cuenca del Mediterráneo. Los egipcios emplearon yeso sometido a calentamiento en la unión de los bloques de la pirámide de Keops. Asimismo, el mortero de las juntas de los bloques de piedra del templo de Amon en Karnak está constituido por anhidrita insoluble⁷. Teofrasto, Plinio, y otros autores clásicos describen los materiales de partida así como su proceso de transformación, como se verá más adelante. Por otra parte, su empleo tiene una larga tradición artística en España. En algunas villas de la época romana se han hallado restos de decoraciones en yeso, en ocasiones policromadas. Esta tradición del trabajo del yeso, será potenciada en la Península sobre todo a raíz de la penetración musulmana y es mantenida por la población mudéjar a medida que avanza la Reconquista. Las labores del yeso se dedicarán, fundamentalmente, a la decoración arquitectónica y se ven posibilitadas por el benigno clima español⁸. Precisamente, Felipe de Guevara, refiriéndose al empleo de yeso en la fijación de los azulejos sobre el muro indica:

El yeso ha sido un material muy utilizado a lo largo de la historia

Y en nuestra España [se emplea] yeso, donde lo hay perfecto y buen, y no hay participacion de humedad.⁹

En cuanto a su empleo para preparar las tablas, el hecho de preferir este material en lugar de carbonato cálcico, a pesar de que en España también existen

⁶ RIBA ARTERIU, O. y MACAU VILAR, F.: "Situación, características y extensión de los terrenos yesíferos en España", *Coloquio Internacional sobre Obras Públicas en los Terrenos Yesíferos*, Madrid, etc., Servicio Geológico de Obras Públicas, 1962, 5-33.

⁷ GASPAR TEBAR, D.: "El yeso. Aplicaciones en restauración. Propiedades y características", en el *Curso internacional de conservación y restauración del patrimonio: Yaserías y estucos*, Instituto Español de Arquitectura-Fundación General Universidad de Alcalá, 1995.

⁸ BRUQUETAS GALÁN, R.: "El trabajo de la yasería en España", en *La obra en yeso policromado de los Corral de Villalpando*, Madrid, Ministerio de cultura, Dirección General de Bellas Artes y Archivos, Instituto de Conservación y Restauración de Bienes Culturales, 1ª ed., 1994, 76-77.

⁹ GUEVARA Felipe de: *Comentarios de la pintura*, (2ª ed. reproducida de la ed. princ. de Madrid, por don Gerónimo Ortega, Hijos de Ibarra y compañía, 1788, la obra data originariamente de c. 1560, ed. actual rev. por Rafael Benet) Barcelona, Selecciones Bibliófilas, 1948, p. 200.

*Causas que
determinaron la
preferencia por
el empleo de
yeso en las
tablas*

grandes cantidades de este último, podría también deberse a que el yeso mate proporciona una superficie más blanda y, por tanto, más adecuada para la práctica del oro bruñido. Las preparaciones de carbonato cálcico son más duras, con lo que es más difícil que el dorado alcance las cotas de belleza que se logran mediante el empleo de yeso¹⁰. Por otra parte, la mayor parte del carbonato cálcico que se da en España no aparece en forma de creta, roca friable y de gran pureza, probablemente la fuente de carbonato cálcico más idónea para preparar tablas, empleada abundantemente en el Norte de Europa.

*Estructura de la
preparación*

A pesar de que, dentro de cada país, reino o región pudieron darse ligeras variantes locales del procedimiento, a nivel muy general, puede indicarse que la pintura sobre tabla al óleo en los países de la Cuenca del Mediterráneo consta o puede constar en el siglo XVI, del soporte (madera), preparación a base de yeso y cola, dibujo subyacente, imprimación, estratos pictóricos y barniz. Asimismo, cuando los pigmentos se aglutinan al óleo, puede existir una capa de impermeabilización bajo la imprimación o en lugar de la misma. Como ya se ha indicado, la aplicación de este estrato, así como el de la imprimación pretendía evitar la excesiva absorción, por parte de la preparación magra, del aceite de los estratos pictóricos superpuestos¹¹. Además, en el capítulo anterior se ha indicado que a partir del siglo XVIII las preparaciones para la pintura al óleo sobre tabla suelen carecer de los estratos de yeso, aunque presentan preparaciones oleosas. La pintura al temple sobre tabla, sin embargo, carece de imprimación oleosa, aunque suele conservar los estratos magros de yeso.

*Organización del
trabajo según las
ordenanzas de
pintores*

Las ordenanzas de pintores, que proliferan en el siglo XVI, son algunos de los documentos que mayor información aportan relativa a la organización del trabajo dentro del ámbito artístico. Constituyen, desde un punto de vista general, un conjunto de disposiciones, cuyo ámbito territorial se circunscribe al municipio señalado por las mismas, destinadas a reglamentar los diversos sectores de la vida vecinal, social y económica, por lo que también engloban la actividad laboral¹². Se trata, por tanto, de documentos que en ocasiones aportan información de inapreciable valor para el

¹⁰ Algunos autores hacen referencia a la especial dureza de las preparaciones a base de creta en comparación con las elaboradas a partir de sulfato cálcico. Véase BILLINGE, R., y otros: "The methods and materials of Northern European painting 1400-1550", *National Gallery Technical Bulletin*, 18, 1997, 6-55, p. 31.

¹¹ En cuanto a la imprimación, ésta podía constituir una de sus funciones, aunque no la única, ya que también aporta un tono de base, como se indicó en el capítulo I.

¹² CARRILLERO MARTINEZ, R.: *Ordenanzas de Albacete en el siglo XVI*, Albacete, Instituto de Estudios Albacetenses de la Excma, Diputación de Albacete, 1997, p. 47.

estudioso del arte, puesto que pueden incluir normas relativas al colectivo de pintores. Concretamente, las ordenanzas de pintores se generan con el fin de defender tanto los intereses del comprador como los de los profesionales, y controlar la producción pretendiendo, al mismo tiempo, dar solución a problemas reincidentes, relacionados con estos temas¹³.

Cuando se concertaba la realización de un retablo, el artífice podía encargarse de ejecutar toda la obra de talla y disposición de los sistemas de unión y refuerzo de los paneles pictóricos, así como de su dorado y pintura. Algunos contratos del siglo XV así lo atestiguan¹⁴. Esta práctica, que pudo resultar frecuente, es regulada por documentos como las *Ordenanzas de Córdoba de 1493*, donde se prescribe el examen por parte de los carpinteros, del oficio de pintores, si querían ejercer el mismo¹⁵.

Ordenanzas posteriores separan también radicalmente ambos oficios. Así, las *Ordenanzas de Sevilla de 1527* aportan normas relativas a los exámenes para formar parte del colectivo de los «entalladores de madera» que, entre otras labores, realizan retablos, y las incluyen dentro de las ordenanzas de carpinteros, al margen de las de pintores¹⁶.

En gran parte de los casos, la labor de los pintores se limita en el siglo XVI a subsanar ciertos defectos del soporte, a reforzar las uniones y a la policromía. La actividad del pintor se especializa en el siglo XVI notoriamente, de modo que algunas ordenanzas escinden el oficio de doradores, cuando las *Ordenanzas de*

¹³ SANTOS GÓMEZ, S. y SAN ANDRÉS MOYA, M.: “Aportaciones de antiguas ordenanzas al estudio de técnicas pictóricas”, *Pátina* n^{os} 10 y 11, 2001, 266-285.

¹⁴ V. las condiciones del encargo para la realización de la talla, dorado y pintura de diversos retablos, como el destinado a la iglesia de Santiago de Montalbán en 1403, el realizado para la iglesia parroquial de Malanquilla en Zaragoza (1466) y el ejecutado para la iglesia del convento de la Merced de Zaragoza, en 1477 en SERRANO Y SANZ, M.: “Documentos relativos a la pintura en Aragón durante los siglos XIV y XV. Continuación”, *Revista de archivos, bibliotecas y museos*, enero a junio de 1916, año XX, Madrid, tip. de la Revista de Archivos, Bibliotecas y Museos, 1917, 462-498. V. especialmente las pp. 465-466, 471-474.

¹⁵ RAMÍREZ DE ARELLANO, R.: “Miscelánea, Ordenanzas de pintores”, *Boletín de la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando*, año IX, núm. 33, 1915, 29-46, p. 38.

¹⁶ V. *De los carpinteros*, en las *Ordenanzas de Sevilla de 1527: Recopilacion delas ordenanças dela muy noble e muy leal cibdad de Seuilla: de todas las leyes y ordenamientos antiguos y modernos: cartas y prouisiones reales: para la buena gouernacion del bien publico y pacifico regimiento de Seuilla y su tierra. Fecha por mandado delos muy altos y muy poderosos: catholicos reyes y señores don Fernando y doña Ysabel de gloriosa memoria e por su real prouision*, Biblioteca Nacional, R3910, R Microfilm 11723, pp. CXLVIIIr-CLv.

Córdoba de 1493 lo habían incluido dentro del oficio de «imagería». Así por ejemplo, las *Ordenanzas de Granada de 1552* incluyen dentro de las ordenanzas de pintores los oficios de «assentar oro», el de «el pincel» (correspondiente al de imagería), y el de «sarguería»¹⁷. En las *Ordenanzas de Sevilla de 1527* aparecen exámenes para cuatro oficios: «doradores de tabla», «ymageneros», «sargueros» y «pintores de madera y fresco». El texto prohíbe taxativamente que los doradores policromen los retablos, al considerarse esta labor como un oficio menor, frente al de «ymageneros»¹⁸. Hacia este punto parece concederse una especial importancia en la época, ya que otros documentos, en concreto las *Ordenanzas de Zaragoza de 1517*, se refieren al mismo. Éstas indican que los «pintores examinados de oro» únicamente pueden dedicarse a esta labor. En el caso en que se comprometan a tomar algún retablo, tanto «de bulto» como «llanos» deben trabajar con un «pintor examinado de retablos», quien se encargaría de realizar las labores de pintura:

Item, dezimos e ordenamos que los pintores examinados de oro, confayres de la dicha confraria, no puedan tomar ninguna historia de retablos de bulto sino que aquellas tomen en companya de otro pintor examinado de retablos y las historias que tomado habra pueda aquel tal dorarlas y brunyirlas en su casa, con esto que des que las habra dorado y brunyido sea tubido encontinente de denunciarlo [...] que en los retablos llanos los pintores examinados de dorar no puedan en otra cosa entremeterse ni tomar a su cargo, sino tan solament la maçoneria, y si en la dicha maçoneria habra menester alguna cosa de pintura, que aquella maçoneria no pueda tomar haiendo menester pintura sino con otro maestro examinado de retablos como arriba es dicho [...]¹⁹

¹⁷ *Titulo delas Ordennaças que los muy Ilustres y muy magníficos Señores Granada mandan que se guarden para la buena gouernacion de su Republica. Las quales mandaron imprimir para que todos las sepan y las guarden. Año de mill y quinientos y cincuenta y dos*, Biblioteca Nacional, R31528. R Microfilm 20658, pp. CLXXVIIr-CLXXIXr.

¹⁸ *Ordenanzas de Sevilla de 1527*, op. cit., pp. CLXIIv-CLXIIIv.

¹⁹ Archivo de Protocolos Históricos de Zaragoza, Ms. 355. Protocolo de Juan Arruego, 1517, fols. 508 v-513, publicado por FALCÓN PÉREZ, M. I.: *Ordenanzas y otros documentos relativos a las Corporaciones de Oficio en el reino de Aragón en la Edad Media*, Institución Fernando el Católico (C.S.I.C.), Zaragoza, 1997, pp. 680-684. Estas ordenanzas constituyen la confirmación de los estatutos dados a la cofradía de San Lucas de artistas pintores, otorgadas el 28 de Julio de 1502 por los regidores municipales.

Era frecuente, sin embargo, que los pintores de imaginería realizaran ambas labores, de policromía y dorado²⁰.

Hacia el siglo XVII algunos sectores consideran favorablemente el hecho de que existan distintos gremios con sus correspondientes ordenanzas. De este modo se garantizaba el buen hacer de estos artesanos en las obras. Así por ejemplo, en 1614 se aprueban las ordenanzas de doradores de Madrid²¹.

IV. 1.1. Etapas previas a la aplicación de las preparaciones en la pintura sobre tabla

En la ejecución de un retablo, primeramente se seleccionaba cuidadosamente la madera a emplear. Ésta debía haber sido cortada «en buena luna». El contrato concertado para realizar el retablo de la capilla de Elvira de Salvatierra en la iglesia de San Francisco de Medina del Campo (1556) indica los motivos:

*Tiempo de corte
de las maderas*

[...] a de ser de buena madera de pino seco y limpio e cortado en buena luna porque es mas duradero ansi la arquitectura y talla e figuras con todo lo demas.²²

Igualmente, en el contrato concertado en 1535 con Joan de Tours para la realización de las labores de talla de un retablo del Monasterio de Santa María del Carmen de Barcelona se indica:

Item, lo dit mestre e ymaginayre, conve e promet de donar la fusta del dit retaule [...] bona e seca tallada de luna [...]²³

²⁰ Cfr. el contrato concertado con Bernabé Velázquez de Espinosa en 1600 para realizar el dorado y pintura de un retablo para Luis de Andino Gamaza en Arcos de la Frontera. MURO OREJÓN, A.: *Documentos para la historia del arte en Andalucía. Pintores y doradores*, vol. VIII, Sevilla, Universidad de Sevilla, Facultad de Filosofía y Letras, Laboratorio de Arte, 1935, pp. 62-64.

²¹ CADÍÑANOS BARDECI, I.: “Los maestros doradores madrileños y sus ordenanzas”, *Anales del Instituto de Estudios Madrileños*, t. XXIV, 1987, 239-251.

²² HERNÁNDEZ DÍAZ, J.: *Nuevos documentos para el estudio del arte en Castilla. Escultores del siglo XVI*, Valladolid, Universidad de Valladolid, 1959, (Seminarios de estudios de arte y arqueología), pp. 26-28.



Fig. 1. Escenas del trabajo de la madera en la techumbre de la catedral de Teruel (último cuarto del siglo XIII)²⁴.



Fig. 2. El escultor en el siglo XVI. Imagen extraída de un facsímil de la obra *Eygentliche Beschreibung Aller Stände auff Erden*, de Jost Amman y Jans Sachs²⁵.

El bello e interesante texto de las *Ordenanzas de Granada de 1552* confirma el dato anterior y describe el significado de la expresión citada:

[...] los señores Granada dixerón que por quanto ellos son informados que de cortarse la madera que se trae a vender a esta cibdad

²³ MADURELL, J. M.: “Pedro Nunyes y Enrique Fernandes, pintores de retablos. Notas para las historia de la pintura catalana de la primera mitad del siglo XVI. Conclusión”, *Anales y boletín de los museos de arte de Barcelona*, vol. II-3, julio 1944, 11-65, pp. 59-60.

²⁴ Imagen extraída de BORRÁS GUALIS, M.: “Teruel mudéjar”, *Descubrir el arte*, año I, nº 6, agosto 1999, 32-43, p. 38.

²⁵ Imagen extraída de AMMAN, J. y SACHS, H.: *The book of trades* (tít. orig. *Eygentliche Beschreibung Aller Stände auff Erden*, 1ª ed. 1568), Nueva York, Dover, 1973, p. 36.

de la tierra en tiempos no devidos se pudre y se carcome y dura muy poco tiempo: de cuya causa los que la compran y hazen edeficios con ella reciben mucho daño: y platicado sobre ello y comunicado con personas que dello saben ordenaron y mandaron que de aquí adelante toda la madera de roble y Pino y Castaño y Alamo: y otra qualquier madera *que* en los terminos desta cibdad se ouieren de cortar: no se pueda cortar en tanto *que* la luna fuere creciente saluo a las menguantes de la luna [...]²⁶

El autor de la obra *Los veintiún libros de los ingenios y de las máquinas*, probablemente escrita hacia 1595 por un aragonés al que se ha denominado Pseudo-Juanelo Turriano²⁷, aporta numerosos datos de interés sobre el concepto que en la época se tenía sobre este tema, que se fundamentaba en gran medida en la opinión que al respecto mostraron diversos autores clásicos. Pseudo-Juanelo explica la razón del corte en menguante para evitar el deterioro de la madera:

[...] los arboles se deven cortar en menguante y desto nos dan grandes avisos porque entonçes se enjuga mucho la flegma grasa que tienen, es cosa cierta que es muy facil a causarles que se corrompa con grande facilidad [...].²⁸

Según este mismo autor, el momento exacto corresponde a la luna baja ya que:

[...] la luna es la causa del vigor del humor hazia la parte de la luna, que es entonçes el humor en la rayz del arbol, de modo que todo arbol queda muy mas purgado del humor [...]²⁹

Pseudo-Juanelo indica, además, que el mejor mes para cortarla es Enero

²⁶ *Ordenanzas de Granada de 1552, op. cit.*, p. LXIIv. A pesar de que la recopilación de estas ordenanzas data de 1552, esta ordenanza está fechada en 1527.

²⁷ El prologuista de esta obra, J. Antonio García-Diego, niega la atribución del texto a Juanelo Turriano, mantenida durante tantos años, y aporta esta posible autoría y fecha aproximada para su escritura. TURRIANO, Pseudo-Juanelo: *Los veintiun libros de los ingenios y de las máquinas*, 2 t., (pról. de J. Antonio García-Diego), Madrid, Turner, Colegio de Ingenieros de Caminos, canales y puertos, 1983, vol. I, pp. 40-41.

²⁸ *Ibidem*, t. II, p. 447.

²⁹ *Ibidem*.

[...] porque entonces es el menguante de la luna mas enjuto, que en ningun otro mes de todo el año, y mas unida la madera y mas solida [...]³⁰

Además, según este autor, los árboles «que no dejan la hoja en el mes de Henero» (¿de hoja perenne?), debían cortarse en este mes, pero con la luna en creciente³¹.

Aún en el siglo XX, Pérez Dolz en su *Iniciación a la técnica de la pintura* (1947?) alude a esta tradición, aunque con variantes, cuando describe la práctica de la pintura al temple sobre tabla:

No pensaron sin duda los antiguos en la carcoma por cuanto no supieron evitarla; entre otras medidas que parecen eficaces se cuenta la que, según los labradores, asegura a la madera su preservación de la carcoma, teniendo en cuenta la luna en que se corta la madera o se arranca del suelo el árbol, pues, si se trata de un árbol de hoja perenne, debe ser cortado durante la luna nueva, y si es de hoja caduca, durante la luna en menguante.³²

³⁰ *Ibidem*, p. 448. Otros datos de interés que aporta este autor son las disposiciones con que deben cortarse los árboles (entre otras, picando alrededor del mismo de forma que rezume lentamente la savia), las aportaciones de Plinio y otros autores clásicos, los métodos para conservar la madera cortada, los sistemas de transporte, etc. V. el libro 16 en *Ibidem*, pp. 446-460.

Como ejemplo de los datos aportados por los autores clásicos, ya Vitrubio (s. I a. C.) había indicado que el corte debía realizarse entre comienzos del otoño y el ocho de Febrero. V. VITRUVIO POLIÓN, Marco: *Los diez libros de arquitectura*, (ed. facs. de la de Madrid, 1787, trad. y com. de José Ortiz y Sanz, prol. de Delfín Rodríguez Ruiz), Madrid, Akal, 1987, p. 50. También Leon Battista Alberti se refiere a los autores clásicos, aportando numerosos datos relativos a las diversas especies de árboles y tiempos de corte. ALBERTI, Leon Battista: *De re aedificatoria*, (ed. princ. de Florencia, 1485, pról. de Javier Rivera, trad. de Javier Fresnillo Núñez), Madrid, Akal, 1991, pp. 100-102.

Algunos documentos, como las *Ordenanzas de Zaragoza de 1477* de los fusteros, cuberos y maestros de casas establecen periodos de corte de la madera comprendidos entre el primer menguante a partir del 24 de Junio y los restantes menguantes hasta el de Enero. FALCÓN PÉREZ, M.I.: *Ordenanzas y otros documentos relativos a las Corporaciones de Oficio en el reino de Aragón en la Edad Media*, Zaragoza, Institución Fernando el Católico (C.S.I.C.), 1997, p. 517. La tradición del cuidado en el corte de las maderas sigue un discurso lineal a través de los siglos. Bartolomé Ferrer es otro de los autores que pone énfasis en los cuidados del corte. En su *Tratado de Arquitectura* (1719) indica que se logra así que las maderas «no se pudran y apolillen». SANZ, M. M.: “El *Tratado de Arquitectura* de Bartolomé Ferrer (1719)”, *Revista de ideas estéticas*, abril-mayo-junio, nº 142, 1978, 111-129, p. 126.

³¹ TURRIANO, Pseudo-Juanelo, *op. cit.*, vol. II, p. 448.

³² PÉREZ DOLZ, F.: *Iniciación a la técnica de la pintura*, Barcelona, Apolo, [1947?], p. 53.

Algunos textos hacen también referencia al secado de las maderas antes de emplearlas para diversos fines. Las *Ordenanzas de la muy noble y muy leal ciudad de Málaga de 1611* indican:

Otrosi, que ninguno de los dichos oficiales carpinteros de obra parda, no puedan cortar ni labrar en sus tiendas [...] madera alguna, saluo la que fuere cortada en las menguantes de Diziembre y Enero, y que dela madera que se cortare en las dichas menguantes no la puedan labrar hasta el mes de Mayo, e dende en adelante, porque a lo menos este en curadero cinco meses [...]³³

Una vez cortados los árboles, solían transportarse en el curso de los ríos, sistema que entrañaba cierta dificultad aunque se ha mantenido hasta épocas recientes.

Transporte de los troncos en el curso de los ríos

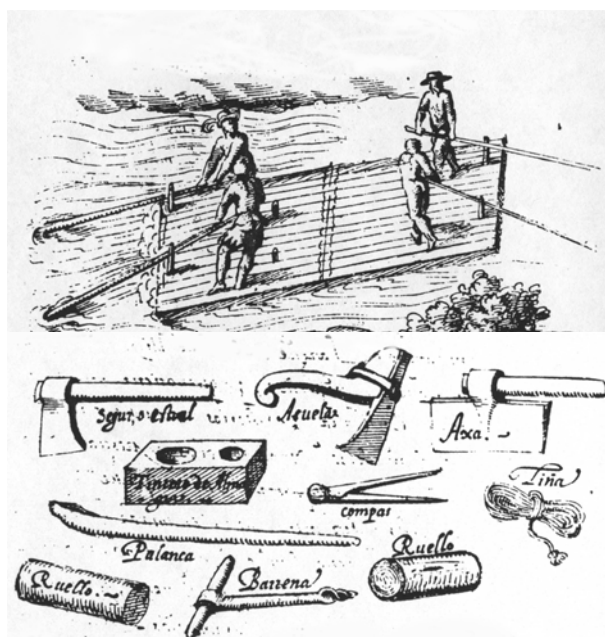


Fig. 3. La imagen inferior muestra las herramientas empleadas para recoger la madera, según Pseudo-Juanelo Turriano. La superior corresponde a su transporte por medio de almadías.³⁴

³³ *Ordenanzas de la muy noble y muy leal ciudad de Málaga, mandadas imprimir por la Iusticia y Regimiento della, siendo Corregidor dela dicha Ciudad con la de Velez Malaga Don Antonio Velaz de Medrano y Mendoça Capitan a guerra por su Maestad en la dicha Ciudad*, (ed. facs. de la de Málaga de 1611, impresas por Jvan Rene, pról. de la ed. act. de Rafael Bejarano Pérez) Málaga, Excmo. Ayuntamiento de Málaga, Real Academia de Bellas Artes de San Telmo, 1996, p. 57v.

³⁴ Imagen extraída de TURRIANO, Pseudo-Juanelo, *op. cit.*, vol. II, p. 442.

Con referencia a la utilidad que tiene para el hombre la madera y la forma en que ésta se transporta, Pseudo-Juanelo indica:

[...] madera para los edificios para morar y de tantas machinass y de tantos instrumentos de guerra y de tantos comodoss como nos da la madera [...] y de tantos regalos de instrumentos musicales, y de tanto ornato par los templos ansi para alabar al Señor como para conservar las cosas sacras que para el sacerdocio son necesarias y para el culto divino y de tantas imágenes y retablos *que* se adornan con ellos los templos del Señor [...] si no fuese por la madera que de los montes nos viene, por via de las almadias que nos trahe las maderas por los rios abajo, Las quales almadias se hazen grandes o pequeñas, ansi las acomodan en algunas partes para sacar estas maderas despues q' las tienen cortadas [...] y a veces estan las maderas dos y tres años cortadas *que* no se pueden sacar por causa *que* no llueve [...]³⁵

*Tipos de madera
más empleados
en España y
algunos países
del sur de
Europa*

Los estudios técnicos efectuados sobre obra de diversos países, especialmente del siglo XVI, aportan información relativa a la preferencia por el empleo de unas u otras especies. En algunas ocasiones, la madera utilizada corresponde a la especie cercana al lugar donde tenía lugar la construcción del retablo ya que, lógicamente, su transporte desde zonas más lejanas podría incrementar el coste de la obra. Sin embargo, en otras ocasiones, se prescribía en los contratos la utilización de algunas especies especialmente afamadas y no autóctonas, como el roble procedente de Flandes. Su obtención fue posibilitada por el intenso tráfico comercial que en la época mantenía unida a Europa.

España mantenía un intenso comercio con el Nuevo Mundo y el resto de Europa Occidental, especialmente con Flandes e Italia, propiciado por la situación política de la época. Ciertos autores indican que a Flandes llegaba también el roble procedente de la zona del Báltico³⁶. Documentos y estudios efectuados sobre obra

³⁵ *Ibidem*, t. II, p. 458.

³⁶ WADUM, J.: "Historical techniques of panel painting in the Northern countries", *The structural conservation of panel paintings: Proceedings of a Symposium held at the J. Paul Getty Museum*, 24-28 abril 1995, Los Ángeles, The Getty Conservation Institute, 1998, 149-177. V. p. 150. Entre los estudios técnicos que atestiguan el empleo de roble en nuestro país puede citarse, a modo de ejemplo, el de una *Piedad* (tabla) atribuida a Luis de Morales. RUEDA BARRABINO, J. y DALMAU MOLINER, C.: "Un método antiguo de unión realizado en una pintura sobre una tabla atribuida a Luis de Morales", *XII Congreso de conservación y restauración de bienes culturales*, Alicante, 28-31 de octubre de 1998, 581-586.

portuguesa y española confirman la utilización del denominado «borne de flandes»³⁷. Con respecto a nuestro país, valga como ejemplo el contrato para la ejecución por Bartolomé Ortega de un retablo para el monasterio de San Francisco en Sevilla (1539), que indica:

Y toda esta dicha obra ha de ser de muy buena madera de bornes de flandes que sean secos [...] y no ha de llevar madera blanca ninguna [...]³⁸

En general, puede decirse que en Italia se empleó fundamentalmente álamo y, en mucha menor medida, nogal, abeto, tilo, roble, haya, sauce, picea y frutales³⁹.

En Portugal, que se incluye en este apartado por estar ligado a los reinos españoles a través de estrechos lazos políticos y por presentar su pintura sobre tabla

³⁷ El vocablo borne alude a una especie de roble, el roble borne o melojo (*Quercus Toza*). *Nueva Enciclopedia Larousse*, 10 vols., Barcelona, Planeta, 1981, vol. 9, p. 8580 y vol. 7, p. 6388.

³⁸ HERNÁNDEZ DÍAZ, J.: *Documentos para la historia del arte en Andalucía. Arte y artistas del Renacimiento en Sevilla*, VI, Sevilla, Universidad de Sevilla, Facultad de Filosofía y Letras, Laboratorio de Arte, 1933, pp. 61-63. Asimismo, ciertos contratos de las Islas Canarias, como el concertado por Antonio de Orbaran para la ejecución de un retablo para la iglesia parroquial de Nuestra Señora de la Concepción, en La Palma, (1661) se refieren a la adquisición de borne o pinabete de Flandes o Inglaterra: «[...] Joan de la Bega Zapata me a de entregar la cantidad de madera de bornio y pinabete que yo le diere por memoria para que la traiga de flandes o inglaterra [...]». TARQUIS, M. y VIZCAYA, A.: *Documentos para la historia del arte en las Islas Canarias*, tomo I, Santa Cruz de Tenerife, Universidad de la Laguna, Laboratorio de Arte, 1959, (Colección de Textos y Documentos para la Historia del Arte en Canarias), pp. 88-89. Asimismo, respecto a Portugal, Albino de Carvalho indica que documentos de comienzos del siglo XVI prescriben la misma procedencia de la madera. Este autor aporta una de las condiciones para efectuar la pintura del retablo de Sé en 1460: «[...] as madeiras a usar nos reábulos da Sé deveriam ser de bordo da Flandres». Cfr. CARVALHO, A. de: “Contribuição para o estudo e identificação das madeiras do suporte”, *Separata do Boletim do Instituto de José de Figueiredo*, Lisboa, Ministério da Educação e Cultura, 1974, 38-47, p. 41. Asimismo, Abel de Moura indica que el roble, que provenía del norte de Europa, se empleó en el sur del país. MOURA, A. de, *op. cit.*, pp. 301-302.

³⁹ Cennino Cennini en su *Il libro dell'arte*, de fines del siglo XIV se refiere al empleo de álamo, chopo, tilo o sauce. CENNINI, Cennino: *El libro del arte*, (trad. al castellano por F. Olmeda Latorre), Madrid, Akal, 1988, cap. CXIII, p. 152. Los estudios técnicos generalmente suelen identificar mayoritariamente el álamo como la especie que constituye el soporte de la pintura italiana. V., por ejemplo, MARETTE, J.: *Connaissance des primitifs par l'étude du bois*, París, A. & J. Picard, 1961, pp. 65-67, GORDON, G., y otros: “Nardo di Cione's 'Altarpiece: Three Saints'”, *National Gallery Technical Bulletin*, volume 9, 1985, 21-37, p. 26, WYLD, M.: “The cleaning and restoration of Bellini's 'The Blood of the Redeemer'”, *National Gallery Technical Bulletin*, vol 2, 1978, 17-22, p. 17, MARTIN, E. y BRET, J.: “Les hommes illustres du Studiolo d'Urbino (Louvre). Etude de la technique picturale”, *ICOM Committee for Conservation. 10th Triennial Meeting*, Washington DC, Estados Unidos, 22-27 agosto 1993, 82-88, p. 82, DUNKERTON, J. y otros: “The unmasking of Tura's allegorical figure: A painting and its concealed image”, *National Gallery Technical Bulletin*, 11, 1987, 5-35, p. 8.

tanto preparaciones de creta como de yeso⁴⁰, se empleó mayoritariamente roble y castaño y, en menor proporción, tuya y nogal⁴¹.

*Especies
empleadas en
España*

En los reinos españoles, una de las especies más utilizadas ha sido el pino silvestre. Junto a ésta, otras tuvieron también una amplia participación en los retablos.

Así, en el siglo XVI, en la zona sur de la Península Ibérica suele emplearse junto al castaño, álamo, nogal, borne y teja⁴².

*Empleo de
diversas especies
en el mismo
retablo*

En numerosas ocasiones se emplean distintas especies de madera en un mismo retablo. El contrato para realizar la talla del retablo para la ermita de Nuestra Señora de los Ángeles en el pueblo de Jimena de Cádiz (1543) refiere:

Yo el dicho andres lopez de faser el dicho retablo de madera e nogal e castaño e teja [...]⁴³

Algunos documentos especifican además las zonas concretas de los retablos (esculturas exentas, tablas o molduras) donde se emplean las distintas especies. Tal es el caso del contrato concertado con Andrés López para la realización de un retablo para la capilla de Francisco Núñez, en la iglesia de San Pedro de Sevilla (1557):

Yten la madera de esta dicha obra sea bien seca y sazónada de borne y de las maderas que se acostunbra a hazer las semejantes obras de talla y ensanblaje [...] y que los tableros sean de castaño [...]⁴⁴

Es frecuente en las condiciones de otros contratos de la época el empleo de borne para los tableros y en la madera de talla el castaño⁴⁵. Este último, junto al álamo, fueron muy utilizados en las esculturas de bulto redondo o exentas⁴⁶.

⁴⁰ Portugal, por su empleo indistinto de ambas sustancias, será mencionado también en el apartado dedicado a las preparaciones de carbonato cálcico.

⁴¹ MARETTE, J., *op. cit.*, pp. 72-73, CARVALHO, A. de, *op. cit.*, pp. 40-47.

⁴² HERNÁNDEZ DÍAZ, J., (1933), *op. cit.*, pp. 43, 46, 48-50, 54-57, 74-75. El término teja alude al tilo, del que en la Península Ibérica se desarrollan las especies *Tilia argentea*, *T. Intermedia*, *T. Ulmifolia* y *T. Platyphylla*, *Nueva Enciclopedia Larousse*, *op. cit.*, vol. 10, p. 9679.

⁴³ HERNÁNDEZ DÍAZ, J., (1933), *op. cit.*, pp. 54-55.

⁴⁴ *Ibidem*, pp. 55-57.

⁴⁵ *Ibidem*, pp. 74-75.

⁴⁶ *Ibidem*, pp. 43, 46 y 48.

Palomero Páramo, en su estudio sobre el retablo sevillano del Renacimiento, justifica el empleo de unas y otras especies de acuerdo al tamaño que podían adquirir los trozos de madera extraídos de los troncos y su adecuación a las diversas zonas del retablo. Así, según este autor, era común el empleo de pino en las piezas de mayor tamaño y el borne para las más pequeñas. Ambas se utilizaban frecuentemente en la estructura del retablo. Los tableros solían ser de castaño, empleándose cedro y pino para esculturas, tanto exentas como de relieve. Según este autor, también se emplea en el molduraje nogal, álamo y teja⁴⁷.

Respecto a la procedencia de las maderas y a su empleo en el sur de la Península Ibérica, concretamente en Sevilla, Palomero Páramo se refiere a la adquisición de pino de Segura (Jaén), el roble de Flandes ya citado, castaño de Galicia, teja de Asturias y Galicia, caoba de Indias y cedro de la Habana⁴⁸.

Especies más utilizadas en la zona sur

En la zona centro se utilizaron también diversas especies como nogal, peral, aliso, álamo, teja y, especialmente, pino⁴⁹. Los contratos se refieren fundamentalmente al empleo de esta última especie, que suele utilizarse más comúnmente en la talla, tablas y arquitectura de los retablos frente a la empleada en las imágenes exentas, donde se utilizan otras. A modo de ejemplo, se aporta una de las condiciones del contrato concertado con Cornieles de Holanda para la realización del retablo de la capilla de Tomás Cuello, en la Colegiata de Medina del Campo (1554), así como del acordado con Mateo Lancrin para realizar el retablo de la capilla del licenciado Vallejo de Santo Domingo de la Calzada en Palencia (1565):

Especies más utilizadas en la zona centro

en estas caxas sobre dichas dentro de la prencipal a de aver un xpto a la coluna y san pedro y san pablo de alto de cinco pies y de madera de nogal todo lo demas de ensamblaxe y talla con toda la alquitetura de una madera de pino seco y lo mexor que se pudiere allar.⁵⁰

⁴⁷ V. el excelente estudio de este autor en PALOMERO PÁRAMO, J. M.: *El retablo sevillano del Renacimiento: Análisis y Evolución (1560-1629)*, Sevilla, Excma. Diputación Provincial de Sevilla, 1983, p. 75.

⁴⁸ *Ibidem*, pp. 75-76.

⁴⁹ GARCÍA CHICO, E.: *Nuevos documentos para el estudio del arte en Castilla. Escultores del siglo XVI*, Valladolid, Universidad de Valladolid, (Seminarios de estudios de arte y arqueología), 1959. Cfr., a modo de ejemplo, las pp. 11, 17-18, 23-25, 27, 40, 42-44, 47, 50, 61-62, 69-72.

⁵⁰ *Ibidem*, pp. 23-24.

Yten que toda la madera de este dicho retablo en lo que toca a la talla e ensamblaxe sera de muy buena madera de pino limpio e seco como requiere para la obra e lo de la ymaxineria sea madera de nogal o peral o aliso.⁵¹

En el primero de estos dos contratos se indicaba, además, que la madera hubiera de ser buena y sin nudos, condición por otro lado muy común. También es frecuente la recomendación que se refiere a que ha de estar seca y sin fendas, que por ejemplo aparece en el contrato concertado para realizar el retablo colateral de la iglesia de la Magdalena en Medina del Campo (1571) por Esteban Jordán, en el que se señala que la madera a emplear debe presentarse «seca sin endidura alguna»⁵².

Algunos contratos de la zona central de la Península Ibérica especifican el lugar del que procede la madera a emplear, por lo que se supone era considerada de calidad. En numerosos casos los de la zona centro requieren el empleo de pino de Valsaín (Segovia)⁵³. Otros estipulan la procedente de Soria o Segovia. Así, el contrato concertado con Leonardo de Carrión para la realización de un retablo para la capilla de Diego Salvatierra en la iglesia de San Francisco de Medina del Campo señala:

Yten quel dicho retablo a de ser de madera de pino de Segovia o de las navas de pedro de avila o de soria e no de otra parte que sea buena madera cortada a buen tiempo e sazon e sin los menos nudos que se puede [...]⁵⁴

Asimismo, en el contrato convenido con Leonardo de Carrión en 1592 para realizar el retablo mayor de la iglesia de la Magdalena de Medina del Campo se indica que la madera (no se refiere a la especie) debe ser de Hontalbilla (Segovia) o Pinarejo (Cuenca)⁵⁵.

*Especies
utilizadas en la
zona noreste de
la Península
Ibérica*

También los contratos correspondientes al noreste de la Península Ibérica (s. XVI) refieren el empleo de diversas especies para las distintas partes del retablo.

⁵¹ *Ibídem*, pp. 69-72.

⁵² *Ibídem*, pp. 85-89.

⁵³ AGULLÓ Y COBO, M.: *Documentos sobre escultores, entalladores y ensambladores de los siglos XVI al XVIII*, Valladolid, Publicaciones del departamento de Historia del Arte, 1978, pp. 21-22.

⁵⁴ GARCÍA CHICO, E., (1959), *op cit.*, pp. 46-47.

⁵⁵ *Ibídem*, pp. 57-58.

Algunas de las combinaciones más utilizadas son «alber»⁵⁶ para el retablo en general y pino en planos y talla⁵⁷. También se solía estipular el empleo del primero en las tablas planas y pino en la talla⁵⁸. Numerosos contratos se refieren, además, al empleo de «xiprer»⁵⁹ en las tallas. En el acordado con Joan de Tours en 1532 para efectuar la talla del retablo del monasterio de Santa María del Carmen para la Cofradía de San Miguel de los carniceros de Barcelona se requiere el empleo de «xiprer» en las imágenes, «alber» ¿en la estructura? y «pi»⁶⁰ en las tablas y se indica, además, la procedencia de este último.

Primerament lo dit mestre Joan de Torres, ymaginayre [...] de fer y fabricar hun retaula de fusta entretallat ab sis personatges de fusta de xiprer de bulto [...] taules de alber ab lo bastiment, lo pla de pi de Valencia o de Tortosa y los personatges de xiprer [...]⁶¹

En Cantabria, algunas de las especies más utilizadas fueron nogal, roble y castaño, como constatan los contratos concertados en 1674 con Juan de Tonaldo Herrera y Felipe Ruiz de Zevallos para llevar a cabo la talla del retablo de la ermita de Nuestra Señora de Valencia en Vioño (Piélagos), y en 1679 con Diego de Tolnado para realizar el retablo y la custodia de la capilla mayor de la iglesia parroquial del señor San Pedro de Caicedo⁶².

*Especies
utilizadas en
Cantabria*

⁵⁶ Alber: «Bot. Álamo blanco, chopo blanco, pobo (populus alba)». ALBERTÍ, S.: *Diccionari castella-catala, catala-castella*, (ed. Albertí), Barcelona, 8ª ed., 1977, p. 641.

⁵⁷ V. una de las condiciones del contrato fechado en 1538 para la realización del retablo de San Rafael de la capilla de Francesc Badía, ciudadano Barcelonés en MADURELL, J. M.: “Pedro Nunyes y Enrique Fernandes, pintores de retablos. Notas para la historia de la pintura catalana de la primera mitad del siglo XVI. Continuación”, *Anales y boletín de los museos de arte de Barcelona*, vol. II-1, enero 1944, 7-65, pp. 56-57.

⁵⁸ V. las condiciones establecidas para la ejecución del retablo de Santa Agnes de Malenyanes, cuya obra de talla fue confiada a Joan Romeu, en 1527 en MADURELL, J. M., (julio 1944), *op. cit*, vol. II-3, pp. 21-32.

⁵⁹ Xiprer: «m. Bot. Ciprés (Cupressus sempervirens)». ALBERTÍ, S., *op. cit.*, p. 1179.

⁶⁰ El *Diccionari manual castelà-català català-castella* señala que «pi» es «pino» en castellano. *Diccionari manual castelà-català català-castella*, tercera edició corregida i augmentada, Barcelona, Vox, 1977, p. 223.

⁶¹ El *Diccionari manual castelà-català català-castella* identifica «pla» con «plano» y «bastiment» con «armazón» *Ibidem*, pp. 33 y 225. MADURELL, J. M., (julio 1944), *op. cit*, vol. II-3, p. 59.

⁶² GONZÁLEZ ECHEGARAY, M. C.: *Documentos para la historia del arte en Cantabria: Escultores, entalladores y pintores de los siglos XVI al XVIII*, Santander, Instituto Juan de Herrera, Diputación Provincial de Santander, 1971, t. 1, pp. 45-46, 60-69.

Especies
utilizadas en
las Islas
Canarias

En las Islas Canarias también se emplearon muy diversas especies, algunas de las cuales eran autóctonas. Así, un contrato de 1602, acordado con Pedro de Artacho Arbolanche, para ejecutar el retablo mayor de la capilla de la iglesia de Nuestra Señora de la Concepción de San Cristóbal (Tenerife), así como el concertado con Salvador López para realizar el retablo mayor de la iglesia de San Juan Bautista de La Laguna (1609) hacen referencia al empleo de «borne» y «biñátigo» (viñático), especie esta última que crece en las Islas Canarias (laurácea maderable, *Persea indica*)⁶³. Otras especies que figuran en los documentos, ya avanzado el siglo XVII, son «barbusano» o «barbuzano»⁶⁴, «pinabete» o abeto⁶⁵, «tea»⁶⁶, «moral»⁶⁷, y «sause» (¿sauce?). Algunos de estos contratos estipulan se trabaje madera «yncurretible» (incorrutable) y libre de «sámago», es decir, de albura⁶⁸.

En cuanto a la elección de la madera, como ya se ha indicado, se mostraba un especial cuidado en que estuviera seca, con el fin de evitar que se abriera y alabea posteriormente⁶⁹. Asimismo, era cualidad indispensable que estuviera sana, tal como se indica en el *Título y ordenanzas de pintores* de las *Ordenanzas de Granada*:

Item que ningun pintor sea osado de aparejar algun retablo o otra madera alguna que sea para assentar oro o pintura de pinzel ni lo assiente enella si estuuire la madera podrida o carcomida o dañada de otra qualquier manera por donde la obra que se assentare no sea perfecta [...]⁷⁰

⁶³ *Nueva enciclopedia Larousse*, op. cit., vol. 10, p. 10319 y TARQUIS, M. y VIZCAYA, A., op. cit., pp. 83-85, 204-205.

⁶⁴ Bartusano: Árbol de madera dura y frágil que crece en las Islas Canarias, de la familia lauráceas, *Apollonias canariensis*. *Nueva enciclopedia Larousse*, op. cit., vol. 2, p. 1019.

⁶⁵ Abeto: (lat. *Abietem*), resinosa de gran tamaño, con follaje negro y tronco gris, de la familia abietáceas. Sin. Sapino, abeto blanco, pinabete. *Nueva enciclopedia Larousse*, op. cit., vol. 1, p. 21.

⁶⁶ Tea: De la familia de las Rutáceas, *Amyris sylvatica* y Sapindcea, *A. maritima*, procedente de Cuba, *Nueva enciclopedia Larousse*, op. cit., vol. 10, p. 9532.

⁶⁷ Moral: Planta arbórea de tronco grueso, especie *Morus nigra*, *Nueva enciclopedia Larousse*, op. cit., vol. 7, p. 6721.

⁶⁸ TARQUIS, M. y VIZCAYA, A., op. cit., pp. 88-89, 91-93, 142-144, 160-161, 180-181, 209-210.

⁶⁹ A ello aluden también textos italianos, como el tratado de Cennini o el de Raffaello Borghini. CENNINI, C., (1988), op. cit., cap. CXIII, p. 153 y BORGHINI, R.: *Il riposo* [ed. facs. de la ed. princ. de Fiorenza, Giordano Morescotti, 1584 (2 t.), rec. e índ. analítico de Mario Rosci (vol. XIV)], Milán, Labor, 1967, (Gli Storici della Letteratura Artistica Italiana), t. I, libro segundo, p. 172.

⁷⁰ *Ordenanzas de Granada de 1552*, op. cit., p. CLXXVIIIr.

Una vez trabajada convenientemente por los artesanos del oficio, las tablas se ensamblaban mediante diversos sistemas, como son juntas vivas, enclavijadas, a media madera, etc. y eran reforzadas de acuerdo a diversas prácticas, como la colocación de travesaños, que podían disponerse en diferentes posiciones, bastidores y marcos.

No se describirán estos procesos, puesto que algunos autores han aportado ya información exhaustiva al respecto⁷¹. Sin embargo, a modo de ejemplo, el presente estudio se detiene en el texto de las *Ordenanzas de Córdoba de 1493*. La información que aporta este documento es ciertamente valiosa, ya que describe algunos de los procedimientos seguidos por parte de los pintores de la época en la adecuación de los soportes para pintar, «ordenando y mandando» no únicamente los que han de seguirse, sino refiriéndose, además, a los que se siguen pero no resultan adecuados a los diferentes fines. En la descripción de la ejecución de la pintura de los «retablos de pyntura sobre madera», primeramente se indica que los pintores han de «calafatear»⁷² tanto las juntas como cualquier fenda de la madera con la que se hubieran elaborado las piezas y encolar las piezas con «engrudo de pergamino»⁷³.

*Datos aportados
por las
Ordenanzas de
Córdoba de 1493*

La práctica de subsanar los defectos de la madera mediante el calafateado o encolado de cuñas fue muy común en los diferentes reinos peninsulares, no sólo en el siglo XV, sino también posteriormente, como ocurrió con muchas otras prácticas

*Calafateado de
la madera*

⁷¹ El presente estudio no se detendrá en pormenorizar sobre estos aspectos, a los que ya han dedicado grandes y provechosos esfuerzos D. Manuel Prieto y Dña. Rocío Bruquetas. V. PRIETO PRIETO, M.: *Los antiguos soportes de madera. Fuentes de conocimiento para el restaurador*, dir. Francisco Núñez de Celis, tesis Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Bellas Artes, 1987. BRUQUETAS GALÁN, R.: *Técnicas y materiales de la pintura española de los siglos de oro*, Madrid, Fundación de Apoyo a la Historia del Arte Hispánico, 2002, cfr. pp. 223-256.

⁷² El término calafatear tiene un sentido similar al que presenta en la actualidad, es decir, el sellado de las juntas de una madera. Sebastián de Covarrubias Orozco en su *Tesoro de la lengua castellana o española*, de 1611 define el término de forma muy similar a la que aparece en el *Diccionario de Autoridades*, de 1726: «Cerrar las junturas de las tablas y maderas de las naves con estopa y brea, para que no entre el agua en ellas, lo que es oficio de los calafates, que lo execútan, metiendo la estopa con unos formónes à golpe de mazo». Véanse COVARRUBIAS OROZCO, Sebastián de: *Tesoro de la lengua castellana o española*, (ed. Felipe C. R. Maldonado, a partir de la de 1611, revisada por Manuel Camarero), Madrid, Castalia, 1995, (Nueva Biblioteca de erudición y crítica), p. 233 y REAL ACADEMIA ESPAÑOLA: *Diccionario de Autoridades. Diccionario de la lengua castellana, en que se explica el verdadero sentido de las voces, su naturaleza y calidad, con las frases o modos de hablar, los proverbios o refranes, y otras cosas convenientes al uso de la lengua*, (compuesto por la Real Academia Española, ed. facs. de la de Madrid, 1726), 3 vols., Madrid, Gredos, 1984, tomo segundo del facs., vol I de la ed. actual, p. 55.

⁷³ RAMÍREZ DE ARELLANO, R.: «Miscelánea, Ordenanzas de pintores», *Boletín de la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando*, año IX, nº 33, 1915, 29-46, p. 38.

relativas al cuidadoso tratamiento de la madera de los retablos, que prácticamente se mantuvieron inalteradas con el paso del tiempo. Valga como ejemplo el contrato concertado con el maestro Miguel Ximenez para la ejecución de un retablo (talla y pintura) destinado a la iglesia de la Merced de Zaragoza en 1477, así como una de las condiciones para realizar el dorado y policromía del retablo de la iglesia de Santa María de Sanlúcar la Mayor, de Sevilla, de 1530, ejecutado por Alfonso Pérez:

Item, que el dicho retablo sea bien calafatado, e bien enbrinado
[...]⁷⁴

[...] y calafathee con cuñas de madera juntas y hendeduras y
repelos [...]⁷⁵

Las *Ordenanzas de Córdoba* mencionadas denuncian la utilización de yeso en el proceso de calafateado y el empleo del «engrudo de retazos de vaca» en lugar de «engrudo de pergamino»⁷⁶. Debe indicarse que el vocablo «engrudo» alude simplemente a la cola de origen animal⁷⁷, que en el primer caso habría sido elaborada a base de pieles o huesos de ganado vacuno⁷⁸.

⁷⁴ SERRANO Y SANZ, M., (enero-junio 1916), *op. cit.*, pp. 473-474.

⁷⁵ HERNÁNDEZ DÍAZ, J.: «Arte hispalense de los siglos XV y XVI», *Documentos para el estudio del arte en Andalucía*, IX, 1937, 5-106, pp. 25-28.

⁷⁶ RAMÍREZ DE ARELLANO, R., *op. cit.*, p. 39.

⁷⁷ El término «engrudo» puede llevar a cierta confusión ya que algunos autores, como Sebastián de Covarrubias, lo definen como «La talvina de que se hace la harina, desatada en agua, conque se pegan las cosas de papel y de lienzo, como las de madera con la cola». COVARRUBIAS OROZCO, Sebastián de, *op. cit.*, p. 475. Asimismo, F. García Salinero se refiere al término como una «masa hecha de almidón o harina», pero indica que su origen etimológico es latino, *glus*, cuyo significado es goma o cola. Véase GARCÍA SALINERO, F.: *Léxico de alarifes de los siglos de oro*, Madrid, Real Academia Española, 1968, p. 106. No hay ninguna duda de que los autores que mencionan el término se refieren sencillamente a la cola animal. Entre los datos que lo confirman y a modo de ejemplo, puede indicarse que diversas ordenanzas así como Francisco Pacheco hacen referencia al empleo de engrudo para aglutinar los yesos de las preparaciones. PACHECO, Francisco: *Arte de la pintura*, (ed. princ. de Sevilla, 1649, ed. actual, int. y n. de Bonaventura Bassegoda i Hugas), Madrid, Cátedra, 1990, (Arte. Grandes Temas), libro tercero, cap. VII, pp. 506-507. Del mismo modo, las *Ordenanzas de Córdoba de 1493* indican, por ejemplo, que los pigmentos para la pintura de sargas se aglutinen con engrudo. RAMÍREZ DE ARELLANO, R., *op. cit.*, p. 39.

⁷⁸ Las colas animales se preparaban mediante la cocción en agua de pieles u otros órganos de diversos animales: vacuno, caprino, conejo... José Manaut Viglietti describe los diferentes tipos de cola indicando que «[...] todas ellas resultan de la disolución de la gelatina obtenida por la cocción de retazos de pieles o de huesos. La más conocida y empleada es la cola de conejo, hecha con retales de pieles de conejo o de gato, que en Valencia llaman «cola de pelletes»; la cola de guantes, con recortes de pieles de cordero o cabrito; la cola de pergamino, a base de retales de pergamino o de vitela; la cola de pescado, confeccionada con residuos de éste; aunque la verdadera cola de pescado

El empleo de yeso, que se aglutinaba con cola, es una práctica denominada «plastecido»⁷⁹ que aparece en textos algo posteriores a este documento, en los que no sólo no está prohibido sino que es requerido. Este recurso, empleado para subsanar defectos de la madera, coexiste con el calafateado de los soportes. Francisco Pacheco se refiere a ambos procesos cuando alude a la preparación de las tablas para su dorado al agua. Este autor recomienda plastecer la superficie de la madera y el «acuñado de juntas y aberturas grandes» con «rajas de madera y cola fuerte»⁸⁰. Indudablemente, madera y cola reforzarían más las uniones que la simple aplicación de este aglutinante y yeso que, fundamentalmente, contribuiría a reducir o eliminar las desigualdades de la superficie.

Del requerimiento por parte de estas *Ordenanzas* del empleo de la cola de pergamino –que José Manaut Viglietti describe como elaborada en base al empleo de retales de pergamino o de vitela⁸¹– podría inferirse que ésta presentaba una gran fortaleza⁸². Sin embargo, en la obra *Curtido de pieles y fabricación de cola* (1889), de Enrique Urios y Gras, se indica que la cola de piel de buey o vaca vieja era mejor que la de recortaduras de pieles de conejo, de perro y liebre empleadas en las sombrererías, denominada «de pergamino»⁸³. No obstante, las condiciones de

*Encolado de
las piezas de
madera*

es la ictiocola, que se obtiene de la vegiga natatoria del esturión, desecada; y la cola fuerte o cola de carpintero, también llamada de Flandes, confeccionada con pezuñas, cueros y huesos del ganado caballar y bovino». MANAUT VIGLIETTI, J.: *Técnica del arte de la pintura o Libro de la pintura*, Madrid, Dossat, 1959, p. 165. También se aporta la descripción que Antonio Palomino realiza sobre la cola de retazos aunque la diferencia temporal entre ambos textos sea tan amplia y, por tanto, pueda no tratarse exactamente del mismo material: «Engrudo, o pegante, que se hace de retazos de guantes, o cabritillas, cocido con agua, para pintar a el temple, aparejar los lienzos y piezas del dorado bruñido». V. PALOMINO DE CASTRO Y VELASCO, Antonio: *El museo pictórico y escala óptica*, 3 t., Madrid, Aguilar, 1988, t. II, pp. 561-562.

⁷⁹ Los análisis llevados a cabo mediante difracción de rayos X sobre el plastecido aplicado sobre la cabeza de un clavo correspondiente a una pintura sobre tabla del siglo XVI revelaron que el material estaba constituido por sulfato de calcio dihidratado y anhídrita.

⁸⁰ PACHECO, Francisco, *op. cit.*, libro tercero, cap. VII, p. 505. Más adelante se aportarán más datos sobre el plastecido de las superficies de acuerdo a este autor.

⁸¹ MANAUT VIGLIETTI, J., *op. cit.*, p. 165.

⁸² Quizás, el engrudo o cola de pergamino frente al de retazos de vaca fue valorado por su mayor pureza, por lo que es posible tuviera asimismo mayor fortaleza. Francisco Pacheco en su *Arte de la pintura* ya referido, menciona el «retazo ordinario» indicando que podía añadirsele, para incrementar su fortaleza, «el de pergamino». PACHECO, Francisco, *op. cit.*, libro tercero, cap. VII, p. 504.

⁸³ *Curtido de pieles y fabricación de cola. Separata de Los grandes inventos en todas las esferas de la actividad humana y sus principales aplicaciones científicas, artísticas, industriales, comerciales y domésticas*, (ed. facs. de la 1ª trad. al español a partir de la alemana por Enrique Urios y Gras, tomo quinto, Madrid, Gras y Compañía, Editores, 1889), Valencia, Librerías París-Valencia, 2001, p. 664.

numerosos contratos para la pintura y dorado de retablos coinciden con las *Ordenanzas de Córdoba*, reflejando la preferencia por este tipo de cola, tal como aparece especificado en el concertado con Gómez Fernández para la pintura y dorado de una tribuna de la iglesia de San Marcos de Sevilla (1510)⁸⁴.

Elaboración
correcta de las
colas

Por otra parte, los autores de las *Ordenanzas de Córdoba* prestan especial atención a la elaboración de esta cola de pieles de pergamino, que debe ser realizada por

[...] maestro que aya grande conocimiento en la templa e cochura del porque ha de ser muy templado y cocho [...]⁸⁵

Este interés en la elaboración correcta de las colas es un aspecto contemplado también en numerosos contratos de obra de retablos, así como que se encuentren en buen estado en el momento de su aplicación. A modo de ejemplo, valga lo estipulado para pintar y dorar el retablo del monasterio de San Francisco de Sevilla (1539) por Hernando de Esturmes:

[...] que este dicho retablo a de ser muy bien aparejado y encolado con muy buena cola de manera que no este coronpida sino que sea frescamente hecha [...]⁸⁶

Dentro de las colas animales, la denominada «de Flandes» era especialmente afamada, si se tienen en cuenta las recomendaciones de algunos contratos, como el concertado con el autor referido para dorar y pintar el retablo de la Capilla de los Evangelistas, de la Catedral de Sevilla (1553)

[...] pegadas las juntas con muy buen engrudo de Flandes[...]⁸⁷

M. Matteini y A. Moles parecen apoyar esta teoría cuando indican que el poder adhesivo de las colas se incrementa con la cantidad de impurezas. MATTEINI, M. y MOLES, A.: *La química en la restauración*, (1ª ed. italiana de 1989, trad. de Emiliano Bruno y Giuliana Lain.), Guipúzcoa, Nerea, 2001, p. 107.

⁸⁴ MURO OREJÓN, A., (1935), *op. cit.*, pp. 21-25.

⁸⁵ RAMÍREZ DE ARELLANO, R., *op. cit.*, p. 38.

⁸⁶ HERNÁNDEZ DÍAZ, J., (1937), *op. cit.*, pp. 41-44. En este caso la indicación del contrato puede hacer referencia a la cola utilizada en la elaboración de la preparación, a la empleada en el encolado o a la utilizada en ambos procesos.

⁸⁷ *Ibidem*, pp. 44-49.

La referencia al empleo de esta cola aparece en numerosos textos, llegando incluso a recomendarse su uso en época relativamente reciente. Como ya se ha indicado⁸⁸, José Manaut Viglietti (1959) recomienda el empleo de cola fuerte para encolar las tablas. A su vez define ésta en los siguientes términos:

[...] la cola fuerte o cola de carpintero, también llamada de Flandes, confeccionada con pezuñas, cueros y huesos del ganado caballar y bovino.⁸⁹

Una vez calafateadas las piezas de madera, las *Ordenanzas de Córdoba de 1493* indican que las de mayor tamaño se unieran, además, mediante la utilización de piezas metálicas «grapas de fierro» (grapas de hierro) o «rejones de hero»⁹⁰. Se aconseja, asimismo, el empleo de «engrudo de pexe»⁹¹ o resina de pino posiblemente

Empleo de
grapas en las
uniones

⁸⁸ Ya se ha aportado esta referencia en una nota a pie en la que se alude a los diversos tipos de cola animal.

⁸⁹ MANAUT VIGLIETTI, J., *op. cit.*, pp. 186 y 165. También Lorenzo Marcucci se refiere a esta cola señalando que era una cola fuerte, elaborada a partir de ligamentos, membranas, cartílagos y pieles de animales jóvenes, hervidos en agua. MARCUCCI, Lorenzo: *Saggio analitico-chinico sopra i colori minerali e mezzi di procurarsi gli artefatti gli smalti e le vernici di Lorenzo Marcucci ed osservazioni fatte dal medesimo sopra la pratica del dipingere ad olio tenuta dalle scuole fiorentina veneziana e fiamminga*, Roma, nella stamperia di Lino Contedini, 1813, pp. 187-189. Algunos antiguos textos, aunque generalmente de autores no españoles, se refieren a la adhesión de los paneles pictóricos mediante el empleo de cola de queso. Entre éstos se encuentran Cennino Cennini (*Il libro dell'arte*, de fines del s. XIV), el monje Teófilo (*Schedula diversarium artium*, de entre los siglos XI-XII) y el *Manuscrito Boloñés* (s. XV), que aporta las instrucciones precisas para elaborarla. Cfr. HAWTHORNE, J. G. y SMITH, S. C.: *On Divers Arts of Theophilus. The foremost medieval treatise on painting, glassmaking and metalwork*, Nueva York, Dover, 1979, p. 25. CENNINI, C., (1988), cap. CXII, pp. 151-152. CENNINI, Cennino: *Il libro dell'arte*, (ed. rev. y corr. por Renzo Simi), Lanciano, R. Carabba, cap. CXII, 1913, p. 79. MERRIFIELD, M. P.: *Original treatises on the arts of painting*, 2 vols, Nueva York, Dover, 1967, vol. II, rec. 391, pp. 596-597. ARCE Y CACHO, Celedonio Nicolás de: *Conversaciones sobre la escultura, compendio histórico teórico y práctico de ella. Para la mayor ilustración los jóvenes dedicados á las bellas Artes de Escultura, Pintura y Arquitectura: luz á los aficionados y demas individuos del dibujo*, Pamplona, Joseph Longas, 1786, en *Tratados de Artes Figurativas*, CD de la Colección Clásicos Tavera, pp. 438-444. Autores del siglo XX aún continuaban aludiendo a esta cola. Manaut Viglietti se refiere al empleo de cola fuerte o una emulsión de caseína. MANAUT VIGLIETTI, J., *op. cit.*, pp. 164, 186. VIVERT, J. G.: *La ciencia de la pintura*, (vers. castellana por Miguel de Toro y Gómez), París, Sociedad de Ediciones Literarias y Artísticas, 1908, pp. 157, 257.

⁹⁰ El término «grapa» ha mantenido su significado a través de los siglos, siendo descrito en el *Diccionario de Autoridades* (1726) como «Instrumento compuesto de dos espigas ò clavos de hierro, y un atravesano, el cual clavadas las espigas en la madéra, piedra ù otra cosa, assegura ò abraza lo que es menester [...]». Véase *op. cit.*, tomo cuarto del facs., vol. 2 de la ed. actual, p. 75. El texto de las *Ordenanzas de Córdoba* se refiere, simplemente, a la colocación de hierros en forma de grapa de modo que refuercen las uniones y otras zonas. RAMÍREZ DE ARELLANO, R., *op. cit.*, p. 38.

⁹¹ Respecto al término «pexe», Francisco del Rosal (¿1537-1613?) lo identifica con «pex» y «pez» e indica que procede del vocablo latino «pice» y éste, a su vez, del griego «pitys», «[...] que en griego

como materia aislante y a la vez protectora de la oxidación de las «grapas», provocada por el contacto con la madera. De este sencillo sistema, tan profusamente utilizado, dejan constancia numerosos contratos de la zona sur, así como del empleo de materias aislantes aplicadas sobre grapas y clavos. Así, el concertado con Alfonso Pérez en 1530 para pintar y dorar un retablo para la iglesia de Sanlúcar la Mayor (Sevilla), establece entre sus condiciones el empleo de una sustancia probablemente de naturaleza óleo-resinosa:

[...] engrape todas las juntas y hendeduras y repelos que tuviere con grapas de hierro como el maestro mejor viere y syse todas las grapas de hierro y cabeças de clavos y puntas de clavos que tuviere con sisa a olio [...] ⁹²

Algunos contratos, tratando de soslayar estos efectos establecen como condición

es el Pino, cuya resina es ésta; y el latino a cierta especie de pino que da mejor pez, la llama picea». Véase ROSAL, Francisco del: *Diccionario etimológico*, (ed. facs. y est. de Enrique Gómez Aguado), Madrid, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 1992, (Biblioteca de Filología Hispánica), p. 251. El manuscrito de este autor es recogido por el bibliotecario fray Miguel de Zorita de los padres Agustinos Recoletos de Madrid, que lo ordena y copia. Entre los papeles halló la Licencia Privilegio Real para su impresión, otorgada en 1601. En la Biblioteca Pública de Córdoba existe un manuscrito de P. de Zorita fechado en Madrid en 1795. El *Diccionario de Autoridades* identifica el vocablo «pexe» con el sustantivo pez, que define como «[...] animal del agua» y también «[...] la resina o sudor crasso que arroja copiosamente el pino [...]», constituyendo la pez griega «La resina ò sudor crasso del pino, recogida al pie dél, y cocida hasta que toma consistencia y se endurece y pone de un color roxo obscuro». V. tomo quinto del facs., vol. III de la ed. actual, p. 247.

⁹² HERNÁNDEZ DÍAZ, J., (1937), *op. cit.*, pp. 25-27. El término «sisa» se utiliza habitualmente para aludir a los mordientes empleados para dorar de oro mate, entre los que se encuentran los de naturaleza óleo-resinosa. Francisco Pacheco describe este tipo de «sisa» como una sustancia en la que participan barniz, aceite de linaza y diversos pigmentos. V. PACHECO, Francisco, *op. cit.*, libro tercero, cap. VI, pp. 492-494. No obstante, este autor también se refiere a la sisa magra para emplear sobre diversos tipos de tejidos. Ésta se elaboraba en base al empleo de ocre o albayalde ($\text{Pb}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$) aglutinado con cola. Sobre esta capa, se aplicaba otra de cola y, por último, se sisaba con cola mezclada con «alquitira» (goma de tragacanto) y miel. *Ibidem*, libro tercero, cap. VI, p. 492. REAL ACADEMIA ESPAÑOLA: *Diccionario de la lengua*, Madrid, Real Academia Española, 1978, p. 70. También alude Francisco Pacheco a la sal amoníaco para dorar. La sal amoníaco, cloruro amónico (NH_4Cl), se empleó muy tempranamente para diversos usos, entre los que destaca precisamente el de mordiente. PACHECO, Francisco, *op. cit.*, libro tercero, cap. VI, p. 492. Estas sustancias se venían utilizando siglos atrás. A modo de ejemplo, Cennino Cennini en su *Il libro dell'arte* se refiere a la elaboración de un mordiente similar al de carácter graso referido por Francisco Pacheco. CENNINI, Cennino, *op. cit.*, cap. CLI, pp. 188-189.

[...] que no tengan los tableros clavo ninguno [...]⁹³

Las *Ordenanzas de Córdoba de 1493* se refieren a colocación de ciertas piezas o «nervios» como sistema de refuerzo o unión en la parte posterior, quizás colas de milano⁹⁴, acaso como sustitución de las grapas, previendo las interacciones negativas que experimentan entre sí hierro y madera. En lo que se refiere a este párrafo, el texto indica:

[...] e los respaldos enerviados esto se entiende si la madera sufiere las grapas porque se facen con engrudo de pexe e non lo sufre.⁹⁵

En algunos contratos consultados, correspondientes a los siglos XV y XVI y XVII, se hace referencia a diversos sistemas de refuerzo. En el sur peninsular suele especificarse el empleo de barrotes. Numerosos documentos de la zona indican que éstos no se fijan mediante clavos, sino a «cola de milano», también denominada de «gavilan». Muy comúnmente se indica además la colocación de «teleras o visacres» (colas de milano) encoladas con cola fuerte en las juntas⁹⁶. Asimismo, algunos

⁹³ La cita corresponde al contrato concertado con Hernando de Esturmes para realizar en 1557 el retablo de la Capilla de los Evangelistas en la Catedral de Sevilla. HERNÁNDEZ DÍAZ, J., (1937), *op. cit.*, p. 46.

⁹⁴ Se ha indicado que muy posiblemente se trate de colas de milano fundamentalmente o cáñamo en base a los vocablos empleados por Francisco Pacheco. Este autor relaciona a lo largo de su tratado los términos «encañamar» y «enerviar» como si se tratara de sinónimos o acciones con la misma finalidad. Este autor en su *Arte de la pintura* (impreso en 1649) indica: «[...] las tablas usaban los viejos después de enervadas, o encañamadas por detrás las juntas [...]». PACHECO, Francisco, *op. cit.*, libro tercero, cap. V, p. 480. Asimismo indica que sobre los «nervios» los antiguos maestros aplicaban lienzos, con lo que se descarta la posibilidad de que pudiera tratarse de barrotes. *Ibidem*, p. 506.

⁹⁵ RAMÍREZ DE ARELLANO, R., *op. cit.*, p. 38. El vocablo «respaldo» alude a la parte posterior de las tablas, de acuerdo al concepto que aporta el *Diccionario de Autoridades*, *op. cit.*, tomo quinto del facs., vol. 3 de la ed. actual, p. 596: «La vuelta del papel o escrito en que se nota alguna cosa [...]». Respecto al vocablo «enerviar», como se ha indicado, probablemente se refiere a la colocación de nervios, del mismo modo que encolar implica la aplicación de cola. Antonio de Nebrija define el verbo «nerviar» como «Travar con nervios». Véase ANTONIO DE NEBRIJA: *Vocabulario de romances en latín*, (transcripción crítica e int. de Gerald J. Macdonald de la edición de Sevilla, 1516), Madrid, Castalia, 1981, p. 141.

⁹⁶ Véanse, a modo de ejemplo, el contrato concertado con Nicolás de León para realizar un retablo para el monasterio de San Pablo, en Sevilla (1538), el acordado con Andrés López del Castillo para realizar otro para la capilla de Francisco Núñez en la iglesia de San Pedro de Sevilla (1557) o el referido a la ejecución de un retablo para la iglesia de Santa Ana de Sevilla (1553), por Francisco de Vega, en HERNÁNDEZ DÍAZ, J., (1933), *op. cit.*, pp. 49-50, 55-56 y 74-75.

contratos canarios refieren la disposición de estas «bisagras por detrás»⁹⁷. Contratos del noreste peninsular se refieren al empleo de barrotes⁹⁸.

Antes de aplicar la preparación propiamente dicha, aún se aplicaban algunos refuerzos en las uniones y zonas que lo requerían.

Encolado de
estopa en las
tablas

Así, solía encolarse estopa⁹⁹ en las juntas, imperfecciones, o en toda la superficie del tablero. En España numerosos contratos aluden a esta práctica. El concertado con Jaume Forner para ejecutar la policromía del retablo de Santa Agnes de Malenyans (1535) simplemente estipula:

[...] lo dit mestre Jaume Forners te de molt ben encolar, calafatar,
encanyemar [...] ¹⁰⁰

El contrato convenido en 1534 con Enrique Fernandes para efectuar la pintura del retablo de San Onofre en la iglesia del monasterio de San Agustín de Barcelona indicaba que las tablas habían de «encanyamarse» por ambas caras (anterior y/o posterior), sin especificar las zonas¹⁰¹.

Algunos contratos prescriben su aplicación en juntas y fendas únicamente. Así, el acordado con Juan Tomás Celma para policromar el retablo de la capilla de San Juan Bautista de San Benito El Real de Valladolid (1570) establece:

⁹⁷ Es el caso del contrato acordado en 1602 con Pedro de Artacho Arbolanche, para realizar el retablo de la capilla mayor de la iglesia de Nuestra Señora de la Concepción de San Cristóbal, en Tenerife. TARQUIS, M. y VIZCAYA, A., *op. cit.*, pp. 83-85.

⁹⁸ V. el contrato concertado para llevar a cabo la realización de un retablo para la iglesia del convento de la Merced de Zaragoza, en 1477, y otro para la iglesia de Santo Domingo de Silos de Daroca, en 1474, en SERRANO Y SANZ, M., (enero-junio 1916), *op. cit.*, pp. 473-474, 482-485. V. las condiciones para realizar un retablo para el altar mayor de la iglesia de Santa María de Jesús, de Zaragoza, en 1456. SERRANO Y SANZ, M.: "Documentos relativos a la pintura en Aragón durante el siglo XV", *Revista de archivos, bibliotecas y museos*, enero-junio de 1915, XXXII, año XIX, 147-166, cfr. pp. 155-159. V. el contrato para llevar a cabo la pintura de un retablo por parte de Mahoma en el año 1401 en SERRANO Y SANZ, M.: "Documentos relativos a la pintura en Aragón durante los siglos XIV y XV. Continuación", *Revista de archivos, bibliotecas y museos*, julio-diciembre de 1915, t. XXXIII, año XIX, Madrid, tip. de la Revista de Archivos, Bibliotecas y Museos, 1916, 411-428. Cfr. la p.415.

⁹⁹ La *Nueva enciclopedia Larousse* define estopa como: «Residuo o desperdicio que dejan las operaciones de espadillado, rastrillado o peinado de las fibras textiles de lino y de cáñamo[...]» y «Parte gruesa del cáñamo [...]». *Nueva Enciclopedia Larousse*, *op. cit.*, vol. 4, p. 3678.

¹⁰⁰ MADURELL MARIMÓN, J. M., (julio 1944), *op. cit.*, pp. 25-27.

¹⁰¹ MADURELL MARIMÓN, J. M., (enero 1944), *op. cit.*, pp. 49-51.

primeramente [...] se obligaron que encañaran y enlençaran todas las auerturas y endiduras que se allaren aver hecho la madera del dho retablo y las juntas que ubiere menester [...] ¹⁰²

Algunos estudios refieren el encañamado de la totalidad de la superficie de la cara anterior y de las juntas o la totalidad del reverso ¹⁰³.

También Francisco Pacheco se refiere al encañamado de las juntas de las tablas. En concreto, este autor señala que la estopa se aplicaba por delante y por detrás, y que en Castilla se encañamaba todo el tablero ¹⁰⁴.

En algunos documentos se estipula la aplicación de estopa por detrás y lienzos por delante. Es el caso del contrato para llevar a cabo la pintura y dorado del retablo de la Concepción en la capilla de Antonio Ruiz del Hoyo en Santoña (1667):

Aplicación de lienzos sobre las tablas

[...] se han de enrazar las hendiduras que hubiere menester, y encima de las razas, se ha de enlenzar para que vaya seguro de hender, y los tableros de los respaldos de los nichos y cajas del dicho Retablo, por la parte de atrás se hayan de encarnar en las juntas con cáñamo de lino. ¹⁰⁵

Las *Ordenanzas de Córdoba de 1493* indicaban que los retablos debían «enlansarse» perfectamente, es decir, debían encolarse telas (paños de lino), tanto en los «campos» ¹⁰⁶ de las piezas de mayor tamaño como en «todas las otras juntas de toda la tabla» ¹⁰⁷. Se trata de una práctica muy común que podía ejecutarse sobre tallas y tablas, en este último caso tanto por delante como por detrás. Así lo

¹⁰² GARCÍA CHICO, E.: *Documentos para el estudio del arte en Castilla*, tomo tercero I, pintores, Seminario de Estudios de Arte y Arqueología, Valladolid, Consejo Superior de Investigaciones Científicas y Universidad de Valladolid, Facultad de Historia, 1946, pp. 186-187.

¹⁰³ MARETTE, J., *op. cit.*, tabla sin paginar «Espagne».

¹⁰⁴ PACHECO, Francisco, *op. cit.*, libro tercero, cap. VII, p. 506.

¹⁰⁵ GONZÁLEZ ECHEGARAY, M. C., *op. cit.*, pp. 48-49.

¹⁰⁶ Covarrubias define el término «campo» como fondo sobre el que se ejecuta un adorno: «En todos los vestidos y telas labradas o bordadas, se entiende sobre aquella color que las demás hacen labor». COVARRUBIAS OROZCO, Sebastián de, *op. cit.*, p. 248. García Salinero le da un sentido muy similar, definiéndolo como fondo de un solo color, e indicando además que, etimológicamente, el sustantivo deriva del latín «campus» (llanura). Este autor refiere que, dentro del léxico de constructores y decoradores, el vocablo se utilizaba ya en el primer tercio del siglo XVI, punto que puede confirmarse e incluso anticiparse a finales del siglo XV, fecha en la que se sitúan estas *Ordenanzas de Córdoba de 1493*. Véase GARCÍA SALINERO, F., *op. cit.*, p. 69.

¹⁰⁷ RAMÍREZ DE ARELLANO, R., *op. cit.*, p. 39.

atestiguan las condiciones que se refieren a la pintura y estofado de un San Juan Bautista de talla, realizada por Miguel Valles en 1574 y a las tablas del retablo mayor del monasterio de la Concepción de San Miguel, Sevilla (1586)

[...] el santo ha de ser enervado todas las juntas y hendeduras de detrás y delante y lados y enlençados donde fuere menester.¹⁰⁸

[...] y enlençar todas las hendeduras y juntas de las figuras y las ystorias enlençadas de por delante y [...] por detrás porque no abran [...].¹⁰⁹

Con frecuencia las condiciones de algunos contratos parecen indicar que el lienzo ha de cubrir toda la superficie del panel, como el establecido para el hospital de Santa María de Sevilla (1526), donde se estipula que «toda la haz» ha de ir «enlenzada»¹¹⁰. Esta indicación posiblemente se refiera a que toda la cara anterior se cubra de lienzo, si bien podría establecerse la posibilidad de que aluda simplemente a todas las partes que lo necesiten¹¹¹.

Asimismo, se ponía cierto cuidado en disponer el lienzo de modo que no fuera demasiado grueso:

[...] y las lienços bien desylachadas y delgadas punionlas por todas las juntas y endiduras [...]¹¹²

[...] que quede muy bien llano el tablero y raydo para que el lienço que se a de echar encyma quede muy bien llano y pegado con muy buena cola [...]¹¹³

¹⁰⁸ MURO OREJÓN, A., (1935), *op. cit.*, p. 56.

¹⁰⁹ Se encargó de pintar y estofar la obra mencionada el maestro Agustín de Colmenares. *Ibidem*, p. 60.

¹¹⁰ El *Diccionario de la lengua española* define el término «haz» como: «Albañ. y carp. Fr. Que se dice de dos maderos o sillares, cuando sus paramentos están en un mismo plano». REAL ACADEMIA ESPAÑOLA: *Diccionario de la lengua española*, Madrid, Real Academia Española, 1978, p. 697.

¹¹¹ HERNÁNDEZ DÍAZ, J., (1937), *op. cit.*, p. 17. Jaqueline Marette ofrece algunos ejemplos en los que los lienzos pueden cubrir juntas o toda la superficie, tanto de la cara anterior como de la posterior. MARETTE, J., *op. cit.*, tabla sin paginar «Espagne».

¹¹² Melchor de la Peña realiza un paso para Semana Santa para la Cofradía de la Misericordia de Medina del Campo en 1629. GARCÍA CHICO, E., (1946), *op. cit.*, tomo tercero I, pintores, pp. 276-282.

Como ha podido observarse, también se concedía importancia a la calidad de la cola empleada para adherir estos lienzos. En algunos contratos se indica que tenía que ser «fuerte», como refiere el redactado para dorar y pintar un retablo de la iglesia de San Andrés el Real, en Medina del Campo (1579), por Juan de Hurueña¹¹⁴. Igualmente, suele especificarse la obligación de emplear para este fin «engrudo de tajadas», como en el contrato en el que se concierta la pintura y dorado, por parte de Antón Sánchez de Guadalupe y Juan Sánchez, de los retablos de la iglesia de Santa María de Sanlúcar la Mayor, Sevilla (1528)¹¹⁵. En otros, como el concertado en 1614 con Juan Gómez de Rucoba para dorar y pintar un retablo en la parroquia de San Ginés de Rada, se estipula el empleo de cola de Flandes¹¹⁶.

Desde épocas tempranas, muchos de estos documentos hacen referencia al estado de estos lienzos, estipulándose sean nuevos. En el contrato para llevar a cabo el dorado y pintura de un retablo para la iglesia de los Badules, Zaragoza (1402) se indica que éste

Empleo de lienzos nuevos en el refuerzo de los soportes de madera

[...] sia bien entrapado de trapo nuevo [...]¹¹⁷

Asimismo, en el referente al retablo para la capilla de los Evangelistas de la catedral de Sevilla (1553) se señala:

[...] los tableros sean [...] enliençados de lienço nuevo y bueno [...]¹¹⁸

Y el correspondiente al concierto de la pintura y dorado del retablo de la parroquia de San Ginés, mencionado en párrafos anteriores indica:

[...] se ha de enlienzar las dichas hendeduras con lienzas nuevas y cola de Flandes.¹¹⁹

¹¹³ Se trata del contrato concertado con Juan Ramírez para dorar y pintar un retablo para el Canónigo Antonio del Corro en 1536. HERNÁNDEZ DÍAZ, J., (1937), *op. cit.*, pp. 34-36.

¹¹⁴ GARCÍA CHICO, E., (1946), *op. cit.* tomo tercero I, pintores, pp. 169-170.

¹¹⁵ HERNÁNDEZ DÍAZ, J. (1933), *op. cit.*, pp. 95-98.

¹¹⁶ GONZÁLEZ ECHEGARAY, M^o del C., *op. cit.*, p. 15.

¹¹⁷ SERRANO Y SANZ, M., (enero-junio 1916), *op. cit.*, pp. 463-464.

¹¹⁸ El contrato fue concertado con Hernando de Esturmes. HERNÁNDEZ DÍAZ, J., (1937), *op. cit.*, p. 45.

¹¹⁹ GONZÁLEZ ECHEGARAY, M. C., *op. cit.*, p. 15.

Algunos documentos indican, además, el tipo de lienzo a utilizar, tratándose generalmente de angeo¹²⁰. En el contrato acordado con Pedro de Herrera para realizar una figura de bulto (talla y pintura), Jesús con la Cruz, en 1589 se indica:

[...] y le tengo que echar un angeo de forma que quede fuerte ymitando el delgado de toda la figura [...]¹²¹

De estas antiguas prácticas que refuerzan las uniones de los soportes de madera daba cuenta Francisco Pacheco en su tratado, refiriéndose a las mismas como ya desaparecidas

[...] las tablas usaban los viejos después de enervadas o encañamadas por las juntas, ponerles un lienzo delgado, pegado encima con cola más fuerte [...]¹²²

El párrafo referido alude a la pintura sobre tabla. Pero además, en época de este autor también se venía dando cierta relajación en lo que respecta a la adecuación de las piezas de madera correspondientes a la arquitectura y escultura de los retablos, para ejecutar sobre ellas las labores de dorado:

Mucho huyen los doradores deste tiempo de enlenzar las aberturas y juntas de las piezas en la arquitectura y escultura, pereciéndoles que, si la madera ha de abrir, que no son parte para detenerla; y parece, a prima faz, escusado el enlenzar; diré mi sentimiento, teniendo respeto a la verdad. Cosa cierta es que los viejos tuvieron gran curiosidad en los aparejos y en el dorado, como se vee en muchas obras suyas, y en esto de enlenzar pusieron gran cuidado previniendo lo que podía suceder. Yo concedo que, en juntas y aberturas grandes será mejor alegrarlas y acuñarlas con rajás de madera y cola fuerte, pero no se escusan del todo los lienzos en partes, si bien han de ser de lienzo nuevo y recio que detengan, y platecidas por los fines. Y se pueden también echar sobre lo acuñado, añadiendo fuerza a fuerza, reservando el plastecido para cuando se da la primera mano de

¹²⁰ Angeo: Lenzos procedentes de Anjou (Francia) con ligamento tipo tafetán. LEVENFELD LAREDO, C.: “Las pinturas sobre anjeo o sargas: Historia material y técnica”, en *El retablo y la sarga de San Eutropio de El Espinar*, Madrid, ICRBC, Ministerio de Cultura, 1ª ed., 1992, pp. 153-159. BRUQUETAS GALÁN, R.: “Los procedimientos y materiales pictóricos en la corte de Felipe II”, *Separata de IX Jornadas de arte. El arte en las cortes de Carlos V y Felipe II*, Madrid, CSIC, 1999, p. 316.

¹²¹ GARCÍA CHICO, E., (1946), *op. cit.*, tomo I, pintores, p. 141.

¹²² PACHECO, Francisco, *op. cit.*, libro tercero, cap. II, p. 448.

yeso grueso, que se va pasando la brocha y emparejando con la madera.¹²³

Así, los lienzos continuaron aplicándose en tallas y arquitectura de los retablos durante los siglos posteriores, como testimonian las condiciones para pintar y dorar el retablo de la capilla de la iglesia de San Lorenzo, de Sevilla, que el tratadista y maestro concierta en 1612:

[...] todo el ensanblaje que es la arquitectura i talla, banco guarniciones del arco requadros i tableros, se tiene de enervar, plastecer y enlençar [...]¹²⁴

En las *Ordenanzas de doradores de Madrid de 1614* se indica:

Yten ordenanmos que [...] aya de dorar que en en la madera della aya (en)dedura, quiebras, juntas, nudos, tea o resinas que sea necesario tapar se ayan de enlençar y encanamar con cola fuerte yendo todo reinchido para que no quede nada gueco ni mal asentado [...]¹²⁵

Aún existen documentos de fines del siglo XVIII, que especifican esta práctica, como el contrato acordado con Martín Mayo para la pintura y dorado de un tabernáculo para la iglesia de las Angustias de Valladolid, en 1798:

Se han de forrar las columnas con las basas todas enrredondo con lienço [...] de alto a bajo para mayor seguridad y fortaleza para que nunca puedan abrir [...]¹²⁶

Eugenio Herranz García aún incluye esta prevención del enlenzado en su *Arte de dorar*, que explica la práctica de dorar de fines del siglo XIX y primera parte del XX¹²⁷. Y Pérez Dolz indica que hoy en día no es necesario el empleo de tiras de lienzo, aunque aún suelen aplicarse. Según este autor, primeramente debe encolarse la madera. Después, la tela, golpeando sobre ella con un cepillo de cerdas duras para

Aún en el siglo XX algunos textos aluden a la práctica del enlenzado

¹²³ *Ibidem.*, libro tercero, cap. VII, pp. 505-506.

¹²⁴ MURO OREJÓN, A., (1935), *op. cit.*, pp. 65-66.

¹²⁵ CADIÑANOS BARDECI, I., *op. cit.*, p. 249.

¹²⁶ GARCÍA CHICO, E.: *Documentos para el estudio del arte en Castilla*, tomo Tercero 2, pintores, Seminario de Estudios de Arte y Arqueología, Valladolid, Consejo Superior de Investigaciones Científicas y Universidad de Valladolid, Facultad de Historia, 1946, pp. 300-302.

¹²⁷ HERRANZ GARCÍA, Eugenio: *El arte de dorar*, (1ª ed. de 1959), Madrid, Dossat 2000, 5ª ed. 1994, p. 29.

adherirla bien a la tabla. Antes de dar las subsiguientes manos de yeso, este autor recomienda dar aún otra mano de cola a la tela¹²⁸.

Aunque, como se ha indicado, la mayoría de los documentos consultados se refieren al empleo de lienzos nuevos y desgastados en sus extremos, de modo que sujeten con mayor fuerza las uniones, en Italia, Cennino Cennini recomendaba el empleo de lienzos de lino blanco, delgados y exentos de grasa, pero viejos, quizás con el fin de evitar que pudieran apreciarse bajo la capa pictórica¹²⁹. También en Italia, Giovan Battista Armenini en su *De' veri precetti della pittura...* (1586) se refería a la prevención, por parte de «gli antichi» (los antiguos), del empleo de estas tiras de lino encoladas con cola fuerte para la pintura al temple sobre tabla¹³⁰. Giorgio Vasari, en su *Le vite de' più eccellenti Architetti, Pittori e Scultori...* (1550)¹³¹ y Raffaello Borghini en su *Il riposo* (1584)¹³² consideran obsoleta esta práctica, prefiriendo cáñamo encolado y aplanado contra la superficie de la madera.

Aplicación de
pergamino

En algunos casos, tanto en obra italiana como española, se ha aplicado pergamino encolado en las juntas de obra correspondiente a la Edad Media¹³³.

A modo de ejemplo del empleo de este material en España, se aporta una de las condiciones establecidas en el contrato concertado con el maestro Miguel

¹²⁸ Autores del siglo XX, constatando los buenos resultados que depara el encolado de lienzos en las juntas de las tablas, aún incluyen esta práctica en sus manuales de pintura. Como ejemplo, pueden citarse a J. Bontcé en BONTCÉ, J.: *Técnicas y secretos de la pintura*, (1ª ed., rev. y amp. Barcelona, Las Ediciones de Arte, 1989), Barcelona, Las Ediciones de Arte, [s. a.], p. 55 y a PÉREZ DOLZ, F., *op. cit.*, p. 52.

¹²⁹ CENNINI, Cennino, (1913), *op. cit.*, cap. CXIV, pp. 80-81. CENNINI, Cennino, (1988), *op. cit.*, cap. CXIV, p. 154.

¹³⁰ ARMENINI, Giovan Battista: *De veri precetti della pittura* (pref. Enrico Caltelnuovo, ed. de Marina Gorreri), Turín, Giuli Einaudi Editore, 1988, libro segundo, cap. octavo, pp. 139-140. ARMENINI, Giovanni Battista: *De los verdaderos preceptos de la pintura*, (int., trad. y n. de Mª Carmen Bernárdez Sanchís), Madrid, Visor Libros, 2000, libro segundo, cap. octavo, p. 168.

¹³¹ VASARI, Giorgio: *Le vite de' più eccellenti architetti, pittori, et scultori italiani, da Cimabue, insino a' tempi nostri*. (ed. princ. Florencia, 1550, pres.de la ed. mod. de Giovanni Previtali), 2 vols., Turín, Einaudi, 1986, vol. 1., cap. XX, p. 66. VASARI, Giorgio: *Las vidas de los más excelentes arquitectos, pintores y escultores italianos desde Cimabue a nuestros tiempos. (Antología)*, (est., sel. y trad. de Mª Teresa Méndez Baiges y Juan Mª Montijano García), Madrid, Tecnos, 1998, cap. XX, p. 115.

¹³² BORGHINI, R., *op. cit.*, vol. XIII, libro segundo, pp. 172-173.

¹³³ En algunos estudios técnicos efectuados sobre obra italiana de los siglos XII-XIII se observa el empleo de ambos materiales. CIATTI, M.: "Some observations on panel painting technique in Tuscany from the twelfth to the thirteenth century", *Painting techniques. History, materials and studio practice, IIC Contributions*, Dublín, 7-11 septiembre 1998, 1-4.

Ximenez para realizar un retablo para la iglesia del convento de la Merced de Zaragoza (1477):

Item, que el dicho retablo sea bien calafatado [...] e bien enpargaminado, e bien engessado en manera que la obra haga buen principio.¹³⁴

A la referencia de Zaragoza podría añadirse otra de la Escuela Castellana, del siglo XIV, que ha sido recubierta en su totalidad, por el anverso, con pergamino¹³⁵.

Además de estas prevenciones, diversos documentos españoles se refieren a la especial atención que se dispensaba a los nudos de la madera, ya que exudaban resina que podía hacer saltar la pintura con sus capas de preparación. Los nudos podían picarse o quemarse y frotarse con ajos¹³⁶. Autores como Francisco Pacheco recomendaban, además de estos cuidados, cubrirlos con lienzos encolados tras la aplicación de la gíscola, sustancia que se describe en los siguientes párrafos¹³⁷. Aún Manuel Sáenz y García en su *Manual teórico-práctico del pintor, dorador y charolista* (1902) recomendaba el picado de los nudos y su frotación con ajo¹³⁸.

Tratamiento de los nudos de la madera

¹³⁴ SERRANO Y SANZ, M., (enero-junio 1916), *op. cit.*, p. 473. Se ha entendido que el «enpargaminado» no se refiere al encolado con cola de pergamino, sino a la aplicación de pergamino como refuerzo de las juntas.

¹³⁵ Según Jacqueline Marette la obra *Cortejos fúnebres* de c. 1320, correspondiente a la Escuela Castellana, presenta pergamino en toda la cara anterior. Asimismo, el pergamino cubre todo el reverso de una obra de la escuela aragonesa, también del siglo XIV. MARETTE, J., *op. cit.*, p. 150, tabla sin paginar «Espagne».

¹³⁶ Ya Cennini indicaba que los nudos debían rellenarse con una mezcla de serrín y cola; a continuación, se alisaría la superficie de la madera con un «coltellino» (cuchillito). CENNINI, C. (1913), cap. CXIII, pp. 79-80. CENNINI, C., (1988), cap. CXIII, *op. cit.*, pp. 152-154. Pero, dentro de los textos españoles, véase, entre otros, el contrato concertado con Francisco Martínez para dorar y estofar el retablo de la iglesia de Aalejos, Valladolid (1601), en el que se indica que las tablas deben presentar «[...] ñudos picados y untados con axos como rrequiere todo a buen arte». GARCÍA CHICO, E., (1946), tomo tercero I, pintores, *op. cit.*, pp. 301-305. Entre los documentos donde se indica que los nudos deben quemarse, se encuentra el contrato concertado con este mismo pintor para ejecutar el dorado y pintura de un retablo para la capilla de Santa María la Antigua de Medina del Campo (1610), en *ibídem*, pp. 315-318. El contrato para dorar y estofar el retablo de Jesús de la iglesia de Santo Tomé en Medina del Campo (1629) por Santos Gutiérrez se refiere también al picado y frotado con ajo de los nudos dando cuenta de la finalidad de la práctica: «[...] porque la resina no salga fuera por que es daño para el aparejo». *Ibídem*, pp. 372-374.

¹³⁷ Además de este autor, son numerosos los documentos que hacen referencia a esta práctica. PACHECO, Francisco, *op. cit.*, libro tercero, cap. V, p. 505.

¹³⁸ SÁENZ Y GARCÍA, Manuel: *Manual teórico-práctico del pintor, dorador y charolista*, Madrid, Hijos de D. J. Cuesta, Editores, 3ª edición, 1902, p. 222.

Aplicación de
gíscola

Numerosos textos se refieren, además, a un primer desengrasado de la madera¹³⁹. Una práctica muy común en España fue aplicar «gíscola» (mezcla de cola y jugo de ajo) sobre la tabla, para favorecer la adhesión de la capa de preparación. Esta capa puede considerarse ya como el primer estrato de la capa de preparación. En algunos contratos del siglo XVI se hace referencia a este primer paso en la preparación de las tablas, entre los que se encuentra el concertado para pintar y dorar diversos retablos de la iglesia de Santa María, en Sanlúcar la Mayor (1528), por Antón Sánchez de Guadalupe y Juan Sánchez¹⁴⁰.

Francisco Pacheco (s. XVII) hacía alusión a esta práctica al referirse a la pintura al óleo sobre tabla

Las tablas en que se suele pintar a olio, de borne o cedro, después [de] enervadas o encañamadas por detrás las juntas, se les da una gíscola de guantes, con sus ajos, no muy fuerte [...]¹⁴¹

Este autor recomienda también el empleo de «gíscola» como paso previo a la aplicación de los estratos de yeso en el dorado de las superficies. Son especialmente interesantes las indicaciones de este autor, en tanto que describe con todo detalle las diversas maneras de elaborarla en su época. La «gíscola fuerte» se elaboraba añadiendo al engrudo de retazo cocido la misma cantidad de engrudo de tajadas y cociendo la mezcla con una cabeza de ajos majados. También podía emplearse engrudo de retazo cocido con ajos incluidos en un paño dentro de la olla. La «gíscola flaca» se preparaba mediante la utilización de cola a la que se añadía agua y tres cabezas de ajos. Francisco Pacheco aconseja la adición de una pequeña cantidad de yeso a esta cola ya que «abrazo mejor la primera mano del aparejo»¹⁴².

Algunos contratos del siglo XVII se refieren a la aplicación de una mezcla de cola, ajo y otras sustancias con la intención adicional de eliminar o prevenir el ataque de xilófagos. A modo de ejemplo, se aporta una de las condiciones para dorar y pintar el retablo de San Francisco, de la capilla de San Marcos de Rada en 1614, por Juan Gómez de Rucoba:

¹³⁹ Cennino Cennini recomendaba retirar la cara externa de la superficie de la madera con esta misma finalidad. A continuación, prescribía la aplicación de tres manos de cola, dejando secar perfectamente la superficie entre ellas. CENNINI, C., (1913), cap. CXIII, *op. cit.*, p. 79. CENNINI, C., (1988), cap. CXIII, *op. cit.*, pp. 152-153.

¹⁴⁰ HERNÁNDEZ DÍAZ, J., (1933), *op. cit.*, pp. 95-98.

¹⁴¹ PACHECO Francisco, *op. cit.*, libro tercero, cap. V, p. 480.

¹⁴² *Ibidem*, libro tercero, cap. VII, p. 505.

Primeramente se ha de lavar toda la obra con cola delgada y ajos, y hieles, todo mezclado y muy hervido, para que la madera quede limpia para recibir los demás aparejos, y para que la carcoma no entre en ella y si la hubiere la mate.¹⁴³

En el concertado con Jacinto y Francisco de la Castañera Obregón para pintar y dorar el retablo del altar mayor de la iglesia parroquial de Cacicedo en 1700 se indicaba la mezcla de agua, cola, acíbar y ajos muy caliente:

Primeramente es condición que el Maestro en quien se rematare, la haya de quitar el polvo y lavarla con agua, cola y acibar y ajos muy caliente, para matar el gorgojo que tuviera la madera, y si no le tuviere asegurarle que no entre en tiempo alguno;¹⁴⁴

A comienzos del siglo XVIII Antonio Palomino, refiriéndose a la pintura sobre tabla como «usaban los antiguos», indicaba que se aplicaba una mano de «ajicola» con el fin de prevenir que las características del soporte afecten negativamente a la policromía

[...] para que si tuviere algo de tea, o de nudos, no salte;¹⁴⁵

Asimismo, define la «ajicola» como:

La cola de retazo de guantes, o cabritillas, cocida con ajos, para dar la primera mano a la madera, que se hubiere de aparejar, para dorar de bruñido, o pintar a el temple, o al óleo.¹⁴⁶

Sáenz y García aún a comienzos del siglo XX denominaba esta sustancia «caldo de primera», probablemente por tratarse de la primera fase en la preparación de los soportes de madera. Se elaboraba mezclando tres partes de cola de flor, una de agua y una cabeza de ajos¹⁴⁷.

¹⁴³ GONZÁLEZ ECHEGARAY, M. C., *op. cit.*, p. 15.

¹⁴⁴ *Ibidem*, p. 66. Acíbar: «n. m. (ár. Al-sabir). Aloe, planta liliácea. Sustancia amarga obtenida por maceración de varias especies de aloe u coloquintida [...]». *Nueva enciclopedia Larousse, op. cit.*, vol. 1, p. 75.

¹⁴⁵ PALOMINO DE CASTRO Y VELASCO, Antonio, *op. cit.*, t. II, libro V, cap. III, VI, p. 131.

¹⁴⁶ *Ibidem*, p. 556.

¹⁴⁷ Este autor se refiere a la cola de flor como la parte más limpia de la cola obtenida a partir de la cocción de retal de baldés. SÁENZ Y GARCÍA, M., *op. cit.*, pp. 29, 219-220, 223. Baldrés: «Paldres o Pelderes, que es Piel de res. sino es Arab. corrupto de Beldras quiq, que es cuero delicado».

*Plastecido
de la madera*

Algunos contratos y textos prescriben la aplicación de la gíscola como paso previo al «plastecido», proceso ya aludido cuando se ha hecho referencia al calafateado de los soportes de madera. El «plastecido», como se recordará, consistía en subsanar las imperfecciones de las tablas con yeso aglutinado con cola animal. El concertado con Juan Gómez de Rucoba para dorar y pintar el retablo de San Francisco de la capilla de San Marcos de Rada estipula el empleo de cola de Flandes con yeso para plastecer la madera, tras haber aplicado una primera mano de cola mezclada con hiel y ajos. Mediante el plastecido, de acuerdo a este contrato, se igualaban «hoyos, hendeduras y faltas de la madera»¹⁴⁸. Igualmente, Antonio Palomino de Castro y Velasco en *El museo pictórico y escala óptica* (1715-1724) indicaba que «los antiguos» solían

[...] plastecer con yeso, y cola, hecho masa, los nudos, y lacras, o juntas, que tuviere,¹⁴⁹

Francisco Pacheco, describiendo la práctica del dorado al agua, indica que el plastecido suponía un paso consecutivo a la aplicación de la «gíscola». Se plastecía, según este autor, a la vez que se daba la primera mano de yeso grueso¹⁵⁰.

Asimismo, aún Manuel Sáenz y García, como Francisco Pacheco, se refiere a este plastecido en su *Manual teórico-práctico del pintor, dorador y charolista* (1902). Según este autor, se aplicaba tras haber dado una mano de cola en el caso de la pintura al temple sobre tabla, de haber aplicado una imprimación al óleo en el caso de la pintura al óleo¹⁵¹, y de cola hervida con ajos cuando se refiere a la técnica del dorado al agua sobre tabla. En este último caso recomienda para el «plaste» el empleo de cola de flor o asientos y yeso negro¹⁵². José Manaut Viglieti en su *Técnica*

ROSAL, Francisco del, *op. cit.*, p. 82. La *Nueva Enciclopedia Larousse* define baldés como «Piel curtida y adelgazada que sirve para confeccionar guantes». *Nueva Enciclopedia Larousse*, *op. cit.*, vol. 1, p. 967.

¹⁴⁸ GONZÁLEZ ECHEGARAY, M. C., *op. cit.*, p. 15.

¹⁴⁹ PALOMINO DE CASTRO Y VELASCO, A., *op. cit.*, t. II, libro quinto, cap. III, VI, pp. 131-132 y libro sexto, cap. V, I, pp. 219-220.

¹⁵⁰ PACHECO, Francisco, *op. cit.*, libro tercero, cap. VII, p. 506.

¹⁵¹ En este caso se plastecía con una masa elaborada con yeso blanco, cola y aceite de linaza. SÁENZ Y GARCÍA, M., *op. cit.*, p. 37.

¹⁵² SÁENZ Y GARCÍA, M., *op. cit.*, pp. 30, 37, 223. La cola de asientos se obtendría por el mismo procedimiento que la de flor pero correspondería a la parte más sucia de la cola.

del arte de la pintura (1959) refiere el empleo de alabastro y barniz de almáciga o cola y serrín para plastecer las grietas de la madera¹⁵³.

Por último, el reverso podía protegerse, también, mediante la aplicación de una preparación que podía cubrir toda la superficie del soporte¹⁵⁴. El material empleado para ello, en muchos casos, fue yeso grueso.

Tras estas complejas prevenciones, se aplicaba la preparación propiamente dicha, aunque la giscola y la labor del plastecido podrían considerarse como procesos o partes integrantes de la misma. Ya se ha indicado el común empleo, por parte de los países ribereños del Mediterráneo, de los productos resultantes del tratamiento del yeso, como la anhidrita y el yeso mate. Generalmente, las preparaciones se estructuraban mediante la aplicación de «yeso grueso» y «yeso mate», de acuerdo a la terminología española, o «gesso grosso» y «gesso sottile» según la italiana.

La documentación consultada respecto a estos estratos aporta información relativa a dos aspectos: por un lado, el proceso seguido en la elaboración de ambos materiales y, por otra parte, la metodología de su aplicación.

¹⁵³ MANAUT VIGLIETI, José, *op. cit.*, p. 186.

¹⁵⁴ La *Presentación en el templo*, de Martín Gómez El Viejo, actualmente en el Museo Diocesano de Cuenca, presenta una capa de preparación que cubre todo el reverso. Esta obra fue restaurada en la Facultad de Bellas Artes de la UCM durante la realización del curso *Experto en restauración de pintura sobre tabla* (1992-93) por un equipo del que formó parte la autora de este estudio. Los trabajos fueron dirigidos por don Manuel Prieto Prieto. En algunas obras de la Escuela Italiana se ha observado la aplicación de yeso en la cara posterior, como en obras de Paolo Uccello y Jacopo di Cione. MARETTE, J., *op. cit.*, pp. 141-142. Los análisis llevados a cabo mediante difracción de rayos X sobre el material integrante de la capa de protección del reverso de una obra del siglo XVI revelaron que éste estaba constituido por sulfato de calcio dihidratado y anhidrita.

IV. 1.2. El yeso. Datos aportados por antigua documentación relacionados con su elaboración y aplicación en las preparaciones

No es frecuente que los textos antiguos se refieran a los procesos de tratamiento del yeso necesarios para que este material pueda ser utilizado por el hombre. La razón de este hecho puede tener su fundamento en que se trata de procesos relativamente sencillos que han sido, además, aplicados desde la Antigüedad, por lo que se entendía eran suficientemente conocidos y, por tanto, sobraba la didáctica escrita sobre la materia.

Los tratados artísticos no hacen referencia a la obtención del yeso grueso

Los tratados dedicados al arte de la pintura no hacen referencia especial a la obtención del yeso grueso. En raras ocasiones se indica únicamente que la piedra de yeso a utilizar debe haber sido sometida a la acción del calor. Diversos estudios técnicos en los que se han analizado los estratos de preparación correspondientes al yeso grueso confirman este dato, ya que los resultados obtenidos indican que se componen fundamentalmente de anhidrita¹⁵⁵. Es muy posible que el yeso empleado como yeso grueso fuera, simplemente, el utilizado en la vida diaria en el ámbito de la construcción. Diversos textos, entre los que se encuentran las obras de algunos autores clásicos, ordenanzas y tratados referentes al arte de la arquitectura, aluden a la cocción del yeso en hornos para destinarse a este fin. Sin embargo, en lo que respecta al «yeso mate», existen dentro de la literatura artística algunas referencias a su elaboración, lo que parece indicar que el material era utilizado exclusivamente en este ámbito. Antonio Palomino de Castro y Velasco da testimonio de los usos de ambos yesos en su *Índice de términos*

Yeso grueso, o pardo, s. m.- El más ordinario, que se amasa para las obras de albañilería; y sirve para algunos aparejos, o preparaciones de la pintura, y dorado bruñado.

Yeso mate.- El que es más blanco y fino; y muerto, y purificado, sirve para algunas operaciones de la pintura al temple, y dorado bruñado.¹⁵⁶

Aunque en el capítulo II de esta memoria ya han sido descritos en profundidad los procesos de tratamiento del yeso, quizás convenga recordar que la

¹⁵⁵ Estos datos serán comentados en el capítulo V.

¹⁵⁶ PALOMINO DE CASTRO Y VELASCO, Antonio, *op. cit.*, t. II, p. 583.

piedra de yeso natural, sulfato cálcico dihidrato ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), se somete a un proceso de **calentamiento**, mediante el cual se transforma en yeso hemihidrato ($\text{CaSO}_4 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$) o sulfato cálcico anhidro (CaSO_4), dependiendo de la temperatura de tratamiento. De esta manera se elaboraba el yeso de construcción y el «yeso grueso» utilizado para preparar las tablas. Si se añade agua a este yeso, experimenta un proceso de hidratación, por el que recupera las moléculas de agua perdidas. Mediante este último procedimiento, denominado **apagado**, se obtenía el «yeso mate».

*Procesos de
tratamiento del
yeso y sus
productos*

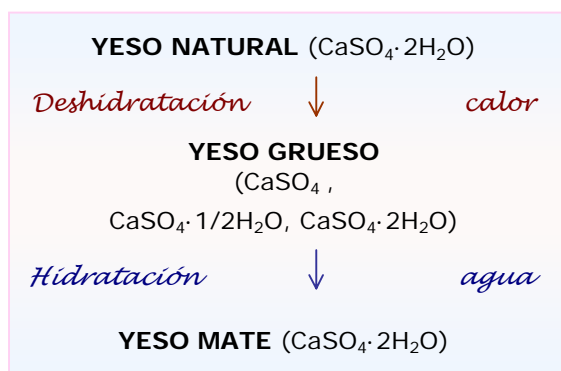


Fig. 4. Etapas de transformación del yeso, desde el material de partida (yeso natural), pasando por el yeso grueso, hasta su conversión en yeso mate.



Fig. 5. Etapas de transformación del yeso, desde el material de partida (yeso natural), pasando por la obtención del yeso de construcción, hasta su fraguado en el momento de utilizarlo. Según algunos autores estas transformaciones podrían darse en sentido inverso, como se verá más adelante.

El yeso empleado en la construcción se mezcla con agua cuando va a ser aplicado sobre la pared o superficie en general, de manera que el proceso de fraguado se produce en el momento de su utilización y el endurecimiento del yeso tiene lugar sobre dicha superficie. El producto resultante de este proceso presenta la misma composición química que el yeso mate. Sin embargo, en el proceso de apagado de este último participan una serie de condiciones especiales responsables de la peculiar morfología de sus partículas. El yeso mate se obtiene añadiendo agua continuamente al yeso, en exceso, y se aplica después de haber sido mantenido en agua durante

*Diferencias
entre el yeso
mate y el de
construcción
fraguado*

cierto tiempo. Por ello, sus partículas se mantienen dispersas y separadas en el medio acuoso y el material no endurece. Este material pasa a estar constituido por finos cristales que hacen de él un material especialmente suave y, por tanto, idóneo, para llevar a cabo la laboriosa y sutil práctica del dorado al agua.

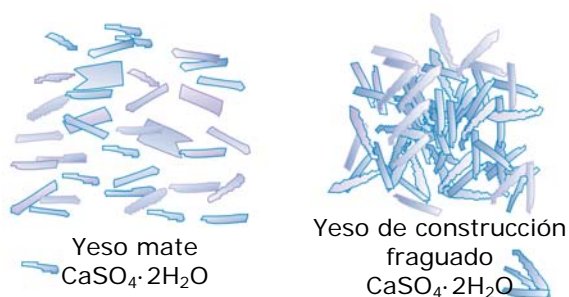


Fig. 6. Representación esquemática del aspecto que presentan al microscopio las partículas de yeso mate y del yeso de construcción una vez fraguado. El entrecruzamiento de los cristales del yeso de construcción fraguado es responsable de la dureza del material, cualidad no deseada en el caso del yeso empleado en la técnica del dorado al agua bruñado.

*Diferencias entre
el yeso mate y el
yeso natural*

Llegado a este punto, podría plantearse el empleo de yeso natural en lugar del yeso mate, puesto que ambos presentan también la misma composición química. El capítulo VI, correspondiente a la reproducción de los métodos de elaboración de ambos tipos de yeso aporta una amplia respuesta a esta cuestión. No obstante, puede adelantarse que la especial morfología del yeso mate difiere notoriamente de la del yeso natural (figura 7).

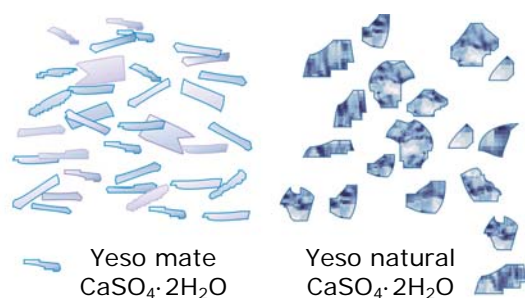


Fig. 7. Aspecto de las partículas de yeso mate y yeso natural (representación esquemática). Ambos presentan la misma composición química. Sin embargo, la morfología de sus partículas al microscopio es muy diferente.

Las diferencias entre el yeso grueso aplicado como capa de preparación en la pintura sobre tabla y el yeso de construcción una vez fraguado en la superficie sobre la que se aplica derivan de la naturaleza de los materiales con los que se mezclan cada uno de estos yesos. Al yeso grueso no se le adiciona agua, como al de construcción, sino aguacola, producto retardador del proceso de fraguado, como se ha indicado en el capítulo II dedicado a la descripción del yeso¹⁵⁷. Por esta razón, aunque puede producirse la rehidratación de algunas o muchas de sus partículas, en cierta medida el material suele mantenerse como yeso anhidro.

*Diferencias
entre el yeso
grueso y el de
construcción
ya aplicados*

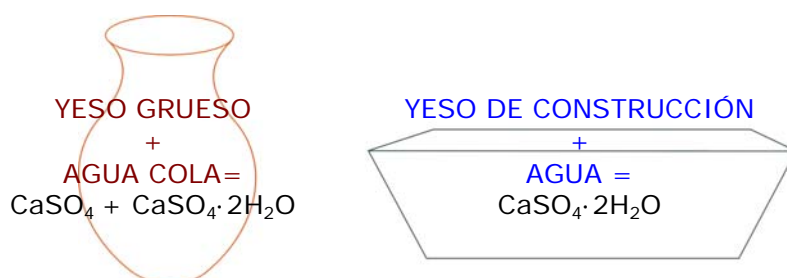


Fig. 8. La imagen representa, a la izquierda, el yeso grueso mezclado con agua cola y su composición química tras su mezcla¹⁵⁸. A la derecha, aparece el yeso de construcción y su composición tras ser amasado con agua.

¹⁵⁷ Como ya se ha indicado, las colas animales y otras sustancias, tanto de origen orgánico como inorgánico, pueden retardar el proceso de fraguado del yeso. V. el capítulo dedicado a la descripción de este material y VILLANUEVA DOMÍNGUEZ, Luis de y GARCÍA SANTOS, Alfonso: *Manual del yeso*, Madrid, Dossat 2000, 2001, p. 49.

¹⁵⁸ En el capítulo V se describe más ampliamente la composición del yeso grueso. Además de anhidrita también es frecuente la presencia de yeso dihidrato.

IV. 1.2.1. Métodos tradicionales de elaboración del yeso grueso

Yeso grueso y mate: terminología empleada en su designación

Dentro de la terminología española, al «yeso grueso» también se le denominó «yeso vivo». Estas expresiones, en contraposición a la de «yeso mate» aludía, sin duda, a la capacidad de endurecer o fraguar que presenta este material –que ha sido sometido previamente al proceso de cocción– cuando entra en contacto con el agua. La expresión «yeso mate», sin embargo, probablemente hace referencia a la inactividad que adquiere el yeso tras su especial hidratación en agua, ya que carece de la capacidad de endurecer. Por ello, esta acción de someter el material a su mezcla con agua se denomina «matar» el yeso, debido a lo cual se denomina «yeso mate» el producto obtenido. El *Diccionario de autoridades* (1726) indica al respecto:

Hyeso mate. El hyésó blanco, beneficiado con agua hasta quitarle su fortaleza, matandole, el cual sirve, dissuelto en agua cola, para aparejos de Escultores, Pintóres, Doradores y otros.¹⁵⁹

Eugenio Herranz García en su interesante manual *El arte de dorar* (1959), describe la práctica del dorado como se la legó su padre, Jesús Herranz, que según las indicaciones del hijo desarrolló su actividad a finales del siglo XIX y comienzos del XX. El texto de Herranz es clarificador respecto al yeso mate:

[...] se llama así, yeso mate, pues a lo primero está muy vivo, como la cal, y a fuerza de agua y de moverlo se va matando, y cuanto más muerto esté, mucho mejor [...]¹⁶⁰

Numerosos contratos del siglo XVI, concertados para llevar a cabo la pintura de retablos en la zona sur de la Península Ibérica, así como las *Ordenanzas de Córdoba de 1493* se refieren precisamente al «yeso grueso» como «vivo» («bivo», «bibo», «biuo», «byuo»), si bien posteriormente este último vocablo tiende a desaparecer, generalizándose el primero¹⁶¹. «Yeso grueso» y «mate» reciben,

¹⁵⁹ REAL ACADEMIA ESPAÑOLA, (1984), *op. cit.*, tomo cuarto del facs., vol. tercero de la ed. actual, p. 197. El texto alude, además, al yeso blanco, describiéndolo como una piedra «quemada», al que suelen denominar también «espejuelo», y al negro. V. *Ibidem*.

¹⁶⁰ HERRANZ GARCÍA, E., *op. cit.*, p. 79.

¹⁶¹ A modo de ejemplo, pueden consultarse las condiciones para la pintura y dorado de un retablo para la iglesia de Santa María de Sanlúcar la Mayor, Sevilla (1530), donde se emplea la expresión «yeso bivo». HERNÁNDEZ DÍAZ, J., (1937), *op. cit.*, pp. 25-28. En las condiciones para pintar y dorar una viga para la iglesia de San Esteban de Sevilla (1547), el material se denomina «yeso grueso». MURO OREJÓN, A., (1935), *op. cit.*, pp. 53-55. Asimismo, se ha detectado la expresión «yeso bravo», posiblemente sinónimo de «vivo», aunque en obra de albañilería. V. el contrato concertado

asimismo, en textos del noreste de la Península Ibérica, la denominación «guix gros» y «guix prim», respectivamente¹⁶².

El «yeso grueso» que, al microscopio, presenta una morfología y tamaño de partícula más heterogéneos que el «yeso mate»¹⁶³ pudo recibir el apelativo «grueso» por diversos motivos. Por una parte, ha podido tratarse de un yeso más impuro que el mate debido a que el yeso utilizado para su elaboración también pudo serlo. Por otro lado, el proceso de cribado del «yeso grueso» pudo haber sido menos intenso que el del «yeso mate». Por último, este yeso quizás también deba su nombre a que, además de su cocción, no ha sufrido más procesos de transformación. Más adelante podrá comprobarse que el «yeso grueso» recibe también el apelativo de «pardo», lo que puede deberse a la contaminación del material con las cenizas del combustible empleado en su cocción o a la presencia de un alto porcentaje de impurezas en el mismo.

Es posible que en aquel tiempo los maestros fueran capaces de diferenciar ambos materiales en base a su textura o quizás también a su color, que llega a ser levemente irisado en el caso del «yeso mate». A simple vista, sin embargo, pudo resultar harto difícil reconocerlos en muchos casos ya que, aunque el «grueso» no alcanza la finura del mate, éste solía molerse y cernerse cuidadosamente, como se verá en el próximo apartado, dedicado a la metodología de aplicación de estos materiales.

Como ya se ha indicado, el yeso con sus procesos de transformación, ha sido un material muy conocido desde la Antigüedad. Generalmente, los escritos que se refieren a su empleo en diversos ámbitos aluden a las variedades especular y alabastro resaltando su idoneidad, muy posiblemente debido a que ambas pueden proporcionar yesos de gran pureza. Teofrasto, en su *De Lapidibus* (s. IV a. C.), es uno de los escritores más antiguos que hace referencia a la utilización de este

*Variedades de
yeso más
recomendadas:
yeso especular y
alabastro*

con Alonso Ortiz para realizar obra de albañilería en el Monasterio de San Pablo de Sevilla (1534). HERNÁNDEZ DÍAZ, J., (1933), *op. cit.*, pp. 21-27.

¹⁶² «Prim: delgado, -da; fino, -na; flaco, -ca». «Gros: gordo, -da; grande; grueso, -sa».

V. diccionario en 14-VII-02

<http://www.diccionarios.com/cgi-bin/cat-esp.php?query=prim>

<http://www.diccionarios.com/cgi-bin/cat-esp.php?query=gros>

A modo de ejemplo, véanse las condiciones para policromar, por parte del maestro Jaume Forner, el retablo de Santa Agnes de Malenyans (1535) en MADURELL, J. M., (julio 1944), *op. cit.*, vol. II-3, pp.27-29.

¹⁶³ V., más adelante, el capítulo VI, dedicado a la reproducción de los métodos de elaboración de ambos materiales.

material en pintura, aunque no concreta para qué fines. También alude a su empleo en la construcción y para la conservación del vino. Este autor se refiere al yeso procedente de lugares como Chipre, Fenicia o Siria. Según Teofrasto, la piedra de yeso tendría una apariencia similar al «alabastrites» («αλαβαστριτη»)¹⁶⁴.

Plinio, en su *Naturalis Historia* (23 o 24-79 d.C), se refiere a la «piedra especular» («lapis specularis») como la materia prima con la que se preparaba el mejor yeso. En su *Naturae Lapidum*, correspondiente al libro XXXVI de la obra citada se refiere a ésta como un material que puede separarse fácilmente en láminas, cualidad característica de esta variedad¹⁶⁵. Plinio indica que podía hallarse en la España Citerior, en concreto a cien mil pasos alrededor de la ciudad de Segóbriga, es decir, Saelices, en Cuenca¹⁶⁶. Efectivamente, esta zona se ubica en la España yesífera, que ocupa fundamentalmente la mitad oriental de la Península Ibérica y determinados puntos de las Islas Baleares. Por otra parte, señala que en su época se encontraban yacimientos de calidad inferior a la española, en Chipre, Capadocia, Sicilia y Bomania. Los romanos utilizaban esta piedra como sustituto del vidrio en las ventanas¹⁶⁷.

De la especial estima en que se tenía al material, constituye un testimonio el bello elogio que dirige este autor a los bienes que proporcionaba Hispania a Roma, entre los que incluyó la piedra especular

Tras Italia, si prescindimos de los fabulosos productos de la India, hemos de colocar a Hispania con todas sus regiones bañadas por el mar; pues, aunque tiene zonas secas, no obstante, cuando el suelo es fértil, produce gran cantidad de cereales, aceite, vino, caballos y metales de todo tipo; productos éstos en los que es igualada por la Galia. Sin embargo, Hispania la supera por el esparto extraído de las tierras áridas,

¹⁶⁴ THEOPHRASTUS: *De lapidibus*, (ed., int., trad. al inglés y com. de D. E. Eichholz), Oxford, At The Clarendon Press, 1965, IX. 61, 64, 65, 66, 67, 68 y 69, pp. 80-85.

¹⁶⁵ PLINIO EL VIEJO: *Lapidario*, (pref., trad., y n. de Avelino Domínguez García e Hipólito-Benjamín Riesco), Madrid, Alianza, 1993, [183], p. 128. BAILEY, K. C.: *The elder Pliny's chapters on chemical subject*, (ed., trad. y n. by Kennet C. Bailey), 2 vols., Londres, Edward Arnold & Co., 1932, vol. II, liber XXXVI, sect. 45, 160, pp. 130-133, n. 160 en las pp. 266-267.

¹⁶⁶ Sin embargo, ciertos autores indican que de la zona se extraía mica. *Nueva Enciclopedia Larousse*, op. cit., vol. 9, p. 9012. En cuanto al texto de Plinio, v. PLINIO EL VIEJO, op. cit., p. 119 y BAILEY, K. C., vol. II, liber XXXVI, sect. 45, 160, pp. 132-133.

¹⁶⁷ Cfr.. Juvenal, 4, 21, Séneca, *Cartas*, 90, 25, Marcial, 8, 14, 3 y Plinio el Joven, Epístolas 2, 17, 4 y 21, citados en PLINIO EL VIEJO, op. cit., n. 332, p. 119 y BAILEY, K. C., op. cit., vol. II, n. 160, p. 267. Bailey indica que también la mica fue utilizada a modo de cristal en las ventanas.

así como por la piedra especular, por los pigmentos de lujo, por el ardor en el trabajo, por la actividad de los esclavos, por la resistencia física de sus gentes y por su vehemencia pasional.¹⁶⁸

San Isidoro de Sevilla (¿Cartagena? ¿Sevilla? c. 560-Sevilla 636) en sus *Etimologiae* hace una breve referencia al yeso reafirmando la calidad de la piedra especular:

Plura eius genera; omnium autem optimum lapidi speculari. [Los hay de muchas clases, aunque el mejor de todos es la «piedra especular»].¹⁶⁹

Al igual que Plinio, alude a sus yacimientos de la España Citerior, lo que sin duda, entre otros datos, atestigua la lectura de los antiguos tratadistas por parte de este autor:

Specularis lapis vocatus est quod vitri more translucet; repertus primum in Hispania citeriori circa Segobricam urbem. Invenitur enim sub terra et effossus exciditur atque finditur in quamlibet tenues crustas. [La piedra especular se denomina así porque, a semejanza del vidrio, deja pasar la luz. Se la encontró por primera vez en la Hispania citerior, en las proximidades de la ciudad de Segorbe. Se halla bajo tierra, y, una vez extraída, se separa y hiende con facilidad en finas láminas].¹⁷⁰

Como ha podido observarse, los autores clásicos junto a San Isidoro, reflejan su preferencia sobre todo por el yeso especular, que será continuada a través del tiempo y recogida por autores muy posteriores.

¹⁶⁸ PLINIO EL VIEJO, *op. cit.*, p. 225. Respecto a las diversas alusiones a la piedra especular, cfr. BAILEY, K. C., *op. cit.*, tomo I, liber XXXI, sect. 39, 77, pp. 40-41 y n. 77 en las pp. 162-163, n. 79 de la p. 202, tomo II, liber XXXVI, sect. 59, 183 en la p. 143, n. 183 en la p. 277. Bailey indica que, en ocasiones, la piedra especular aludida por Plinio podría ser, en realidad, mica. Esta hipótesis queda, sin embargo, descartada cuando Plinio se refiere al calentamiento del mineral para elaborar yeso, ya que las características de este material hacen que no pueda ser sustituido por mica.

¹⁶⁹ SAN ISIDORO DE SEVILLA: *Etimologías*, (texto latino, vers. esp. y n. de José Oroz Reta y Manuela Marcos Casquero), 2 t., Madrid, Biblioteca de Autores Cristianos, 1993. V. t. II, 3, 9, pp. 268-269.

¹⁷⁰ *Ibidem*, t. II, 4, 37, pp. 274-275. Debe indicarse que los traductores han interpretado «Segobricam» como «Segorbe», en la provincia de Castellón. Sin embargo, parece más probable la versión de los traductores Avelino Domínguez García e Hipólito Benjamín Riesco que, como se ha indicado, se refieren a ella como «Segóbriga», relacionándola con Saelices.

Entre los autores españoles que hacen referencia al yeso, son especialmente detalladas e interesantes las descripciones, ya mucho más tardías, de Pseudo-Juanelo Turriano en *Los veintiún libros de los ingenios y de las máquinas* (fines del siglo XVI). Entre otros datos, da cuenta de la naturaleza de la piedra de yeso, su color y, por tanto, pureza del material, cuando indica que la piedra de este material generalmente es «gris», aunque puede ser «muy blanca y de diversas colores». Concretando sobre sus variedades refiere:

Ay una especie de yesso q' se saca en Syria que es muy durissima la piedra del yesso que son de diversas especies y de varios colores [...] Ay yesso en la manera de las berrugas el qual es muy blanquissimo antes de cozer. Ay otra especie de yesso que es muy transparente y de color de crystal oriental que tocandole la claridad resplandeze mucho, desta piedra se haze muy excelente yesso [...] ay otra especie de piedra de yesso que es hecha a modo de çebolla que tiene muchas cubiertas una sobre otra, de color de çeniza [...] Ay otro especie de piedra que tiene unas vetas de colores varias por ella y muy dura. Ay otra que es coloreada; çierto esta calidad de piedra es muy ruyn, que el yesso que della se haze participa de mucha tierra. Ay otra piedra q' participa de arena; [...]. Ay una piedra que se deshace a vetas, como el alumbre de punta, es muy blanco, el yesso que se haze desta piedra [...]. Ay otra especie que se deshace a hojas muy delgadas y que es transparente como la piedra especular o como la piedra silenite del alabastro se haze yeso y muy bueno y muy blanquissimo; [...] de una especie de piedra se haze yeso la cual va muy rebuelta a vetas como quien tuerze una madeja de hilado [...] el alabastro no se halla a bancos como las otras piedras, mas hallase a terruecos separados los unos de los otros, dentro de la tierra. El alabastro tiene una cosa, que por poco fuego que le toque, luego se buelve en hiesso.¹⁷¹

¹⁷¹ TURRIANO, Pseudo-Juanelo, *op. cit.*, vol. II, pp. 474-476. Una de las utilidades que en época de Juanelo se daba al alabastro era la de realizar ventanas, tallándolo de la misma manera que se hacía con la madera, como este autor explica indicando, además, que podían pintarse. *Ibidem*, t. II, p. 475. Como se recordará, los autores clásicos hicieron referencia a esta utilidad del yeso. Leon Battista Alberti, en su *De re aedificatoria*, (1485) refiriéndose precisamente a las indicaciones de los clásicos, indica que podía emplearse en las ventanas alabastro translúcido o una piedra transparente (¿yeso especular?) procedente de España e Italia. ALBERTI, Leon Battista, *op. cit.*, p. 314. Este autor alude a cuatro clases diferentes de yeso. Dos de ellas son transparentes, denominándose una «squameola» debido a que se asemeja a escamas dispuestas a modo de hojas de libro, como puede ocurrir en el caso del yeso especular; la otra parece sal oscura. En cuanto a las opacas, una es blanquecina y otra presenta un matiz rojizo. *Ibidem*, p. 118.

Otros autores como Andrés de Laguna en la obra *Acerca de la materia medicinal y de los venenos mortíferos* (1566), comentario, como el mismo título indica, de la obra de Pedacio Dioscórides, coincide con los clásicos (Plinio) en señalar que el yeso fabricado a partir de la piedra especular es el de mejor calidad:

Hácese el yeso de cierta piedra escamosa y blanca, la cual se quema, y después de quemada se muele y se cierne, para blanquear las paredes. Tiénese por mejor siempre el fresco, porque el añejo no se pega tan bien ni es tan blanco. Hácese asimismo el yeso de la piedra especular quemada, y el tal se tiene por más valeroso que todos.¹⁷²

Francisco Pacheco, refiriéndose en su *Arte de la Pintura* (1649) a los tipos de yeso a utilizar para preparar tablas para dorar, alude al empleo de «yeso de espejuelo» para producir «yeso mate»:

[...] ha de ser de espejuelo, fresco y bien molido, cernido con cedazo, o tamiz muy delgado [...]¹⁷³

Sin embargo, para elaborar «yeso grueso», este autor no especifica el empleo de ningún tipo en concreto. No es de extrañar que para este último se prescindiera de un yeso de primera calidad como el especular (posiblemente más caro) ya que, aunque solía elaborarse y tamizarse cuidadosamente, simplemente constituía la capa sobre la que se aplicaba el mate y uno de los materiales que contribuían a subsanar los defectos del soporte, como se ha explicado.

Ya en el siglo XIX se establecen la mayoría de las variedades de yeso que actualmente se contemplan. A modo de ejemplo, puede indicarse que Ventura Ferrada en su *Tratado elemental de las rocas* (1868) incluye las variedades «compacta» (con láminas cristalinas y color blanco agrisado), «sacaroidea» (con pequeñas láminas o cristales de color generalmente blanco agrisado o amarillento), «terrosa» (deleznable, oscura) y «fibrosa» (con brillo sedoso y color blanco azulado)¹⁷⁴.

¹⁷² DIOSCÓRIDES, Pedacio: *Acerca de la materia medicinal y de los venenos mortíferos*, (trad. del griego al castellano y comentada por Andrés de Laguna, ed. facs. de la de Salamanca de 1566), Madrid, Ediciones de Arte y Bibliofilia, 1983, cap. XCII, p. 391. En la p. 417 este mismo autor se refiere a otras propiedades del yeso relativas a su acción sobre el cuerpo humano.

¹⁷³ PACHECO, Francisco, *op. cit.*, libro tercero, cap. VII, p. 507.

¹⁷⁴ FERRADA, Ventura: *Tratado elemental de las rocas y materiales mas usados en construcciones o manual practico recopilado de datos necesarios y esenciales al mejor conocimiento de unas y otros*,

Yeso negro y
blanco

El empleo de unas y otras variedades de yeso, que pueden presentar diversos grados de pureza – cualidad más valorada de acuerdo a los textos citados– daba lugar a la obtención de yesos cocidos que podían presentar tonalidades más o menos claras u oscuras. Esta circunstancia explica que a lo largo de la historia diversos textos establezcan diferencias entre los yesos «pardo» o «negro» y «blanco», que tenían diversas utilidades en el campo de la construcción, como se verá más adelante. Esta denominación aparece ya en el *Ordenamiento del rey Don Pedro I*, dado en las Cortes de Valladolid, de 1351, donde se especifica el precio de estas clases¹⁷⁵, siendo más costosa, lógicamente, la más blanca:

Et que den por el caffiz del yeso pardo por mojar aqualquier
quelo vendiere assiete maravedis. El que den por la arrova del yesso
blanco a qualquier que lo vendiere aquattro dineros.¹⁷⁶

(ed. facs. de la de Madrid, imprenta de J. Limia y G. Urosa, 1868), Valencia, Librerías Paris-Valencia, 1998, p. 95.

¹⁷⁵ Aunque el texto no lo indica, muy posiblemente se trate en ambos casos de yeso ya sometido a cocción.

¹⁷⁶ “Año 1351. Ordenamiento del Rey Don Pedro I, dado en las Cortes de Valladolid, sobre organización del trabajo y señalamiento de jornales para los pueblos de las diócesis de Toledo y Cuenca”, *Documentos del Archivo General de la Villa de Madrid*, publicados por orden del Excmo. Ayuntamiento, tomo I, 1888, p. 329.

En el reinado de Pedro I (1350-1369) las equivalencias para las monedas eran las siguientes: Dobra= 12 reales= 36 maravedís= 72 blancas= 360 dineros. GIL FARRÉS, Octavio: *Historia de la moneda española*, Madrid, Apartado 13078, 2ª edición, 1976, p. 349. Por su parte, el vocablo «dinero» alude a la «Moneda de plata que constituía la base del sistema establecido por la reforma monetaria de Carlomagno, adoptada más tarde por toda la Europa Occidental». *Nueva Enciclopedia Larousse*, op. cit., vol. 3, p. 2969. Según la *Nueva enciclopedia Larousse*: «El maravedí o morabetino era el nombre dado por los reinos cristianos peninsulares al dinar de oro almorávid (3,36 g). [...] Su introducción en la Península se sitúa c. 1086, con motivo de la invasión de los almorávides, y a partir de este momento su influencia en Castilla fue tan grande que no tiene parangón con la de ninguna otra especie de su historia monetaria. La superior cultura de al-Andalus, y la ausencia de moneda de oro en los reinos cristianos de la Meseta fueron causas determinantes de que éstos adoptasen esa unidad como si fuera propia. [...] Desde la pragmática de 1566 todo el cobre castellano contiene su valoración en maravedís [...]». *Nueva enciclopedia Larousse*, op. cit., vol. 6, p. 6189. Según el *Diccionario de la lengua española*: Maravedí: «Moneda española [...] que ha tenido diferentes valores y calificativos. El que últimamente corrió era de cobre y valía la trigésima cuarta parte del real de vellón. [...] /Alfonsí o blanco, maravedí de plata./ burgalés. Moneda de vellón con tres partes de cobre y una de plata, que mandó labrar en Burgos el rey don Alfonso el Sabio, y valía la sexta parte del maravedí de plata. / cobreño. Moneda antigua que valía dos blancas/ [...] Maravedí de oro. Moneda con 16 quilates de oro, que don Alfonso el Sabio tasó en seis maravedís de plata/ de plata. Moneda anterior a los Reyes Católicos, cuyo valor era la tercera parte de un real de plata antiguo, o sea 20 céntimos de peseta aproximadamente. [...] /nuevo. Antigua moneda de vellón, que equivalía a la séptima parte de un real de plata. / prieto. Moneda antigua, de menos valor que la blanca. /viejo. Moneda de vellón que corrió en Castilla desde el tiempo de don Fernando IV hasta el de los Reyes Católicos, y valía la tercera parte de un real de plata». REAL

Las *Actas capitulares del Concejo de Écija de 1533* aluden a ambos con los apelativos «prieto»¹⁷⁷ y «blanco»¹⁷⁸.

Otros documentos, sin embargo, como las *Ordenanzas de Granada de 1552* no diferencian entre los tipos de yeso:

Y mandaron que lleuen por la hanega del yeso bien molido diez
maravedíes [...] ¹⁷⁹

Pero el empleo de los apelativos «negro» y «blanco» se mantiene con el paso de los siglos, apareciendo en diversos textos y reafirmandose las variedades que

ACADEMIA ESPAÑOLA, (1978), *op. cit.*, p. 845. LORENZO SANZ, E.: *Comercio de España con América en la época de Felipe II*, 2 t., t. I: *Los mercaderes y el tráfico indiano*, Valladolid, Institución Cultural Simancas de la Diputación Provincial de Valladolid, 1986, p. 64. Otros muchos datos sobre estas monedas pueden consultarse en GIL FARRÉS, O., *op. cit.* Debido a la aportación continua de datos sobre el dinero y el maravedí a lo largo de todo el libro, no se indica el gran número de páginas en que puede encontrarse información referente a ambos. Se recomienda, por tanto, la consulta del índice que aporta el autor, donde aparecen sus diversas clases y las páginas donde se localiza la información referente a cada una de ellas.

Según la *Nueva Enciclopedia Larousse*, cahíz, cafís o cafiz: «Medida de capacidad para áridos de distinta cabida según las regiones [...]. Medida de peso para el yeso, utilizada en la provincia de Madrid, equivalente a 690 kg». *Nueva Enciclopedia Larousse*, *op. cit.*, vol. II, p. 1515. Cahíz. «Medida de capacidad para áridos, de distinta cabida según las regiones. La de Castilla tiene 12 fanegas y equivale a 666 l aprox». REAL ACADEMIA ESPAÑOLA, (1978), *op. cit.*, p. 223. La arroba es definida por el mismo diccionario enciclopédico de la siguiente manera: «[...] Su valor varía según las regiones y países, la castellana tiene 25 libras de 460 g (equivalente a 11, 5 kg)». *Nueva enciclopedia Larousse*, vol. I, p. 712. Por otra parte, el *Diccionario de la lengua española* describe la arroba como «Peso de 25 libras, equivalente a 11 kilogramos y 502 gramos. En Aragón, peso de 36 libras, equivalente a 12 kilogramos y medio». REAL ACADEMIA ESPAÑOLA, (1978), *op. cit.*, p. 123.

A pesar de la complejidad de unidades monetarias, pesos y medidas, puede indicarse que, teniendo en cuenta los datos anteriores, tanto si se toma el cahíz como medida de peso de 690 kg como de capacidad de 666 l, el yeso negro es más barato que el blanco, costando éste aproximadamente 3 veces más (0, 10 dineros el kilo de yeso pardo respecto a 0,36 dineros el kg de yeso blanco).

Sobre las unidades capacidad, peso y monetarias puede consultarse, asimismo, el apartado dedicado a la *Metrología*, si bien se refiere a una época muy posterior, en SOCIEDAD ESTATAL PARA LA CONMEMORACIÓN DE LOS CENTENARIOS DE FELIPE II Y CARLOS V: *Felipe II. Los ingenios y las máquinas. Ingeniería y obras públicas en la época de Felipe II*, Catálogo de la exposición celebrada en el Real Jardín Botánico los días 10 de Septiembre-10 Noviembre de 1998, Madrid, 1998, pp. 397-399.

¹⁷⁷ «Prieto, ta. (de apretar.) adj. Aplícase al color muy obscuro y que casi no se distingue del negro». REAL ACADEMIA ESPAÑOLA, (1978), *op. cit.*, p. 1064.

¹⁷⁸ Acta Capitular 1-IX-1533. Libro nº 3, f. 290v en MARTÍN OJEDA, M.: *Ordenanzas del Concejo de Écija. (1465-1600)*, Excmo. Ayuntamiento de Écija, Diputación Provincial de Sevilla, 1990, p. 398.

¹⁷⁹ *Ordenanzas de Granada de 1552*, *op. cit.*, p. CCXXXIV.

aportan la mejor calidad. Fray Laurencio de San Nicolás en su *Arte y uso de architectvra* (1639), distingue tres tipos, confirmando la denominación «negro» para la de mayor contenido en impurezas:

El yeso es en vna de tres formas, que es moreno, o negro, color que le causa el participar de tierra gredosa, e esto se llama en algunas parte de España sapero: otro yeso, es más condensado, y lleno de vetas, que llamamos comunmente yeso de espejuelo: otro yeso ay blanquissimo, que es de piedra blanca de suyo y muy condensada, y junto Armiño se halla deste yeso; mas en Valdemoro, tierra de Madrid, y en otras muchas partes ay abundancia de vno y de otro [...]¹⁸⁰.

La obra *Gobierno político de las fábricas* (1719), de Teodoro Ardemans, basada, según el autor, en las *Ordenanzas de Sevilla de 1632*, *Toledo de 1534* y en las de Juan de Torija (1661), se refiere a ambos tipos, «negro» y «blanco»:

y siendo el yesso de calidad, puro, bien sazonado de fuego, bien machacado, y del peso, y medida correspondiente, vale cada caiz, en el tiempo presente, à treinta y vn reales de vellon, que es vn precio muy regular, para que los que lo fabrican ganen de comer, y no desacomodado para todos; [...] Que no puedan alterar los precios, assi al yesso negro, como al blanco, sin dâr quenta a Madrid en su Ayuntamiento, à quien representarán las razones que tuvieren para hazer novedad; y de no averla, siendo de vna suerte, ù de otra, ayan de acudir à Madrid por los precios, para poder vender por su justo valor, y que todo se execute con acierto para el bien publico.¹⁸¹

Juan de Villanueva, en su *Arte de Albañilería* (escrito a fines del siglo XVIII y publicado en 1827), alude también a la diversa riqueza del yeso:

¹⁸⁰ SAN NICOLÁS, Fray Laurencio de: *Arte y uso de architectura*, [reprod. fâcs. de las eds. de Madrid, s. i., de 1639 (1ª parte) y de 1664 (2ª parte), col. dirigida por Luis Cervera], Albatros, 1989 (Colección Juan de Herrera), vol. I, p. 88v.

¹⁸¹ ARDEMANS, Teodoro: *Declaracion y extension, sobre las Ordenanzas que escrivìò Juan de Torija, Aparejador de obras Reales, y de las que se practican en las Ciudades de Toledo, y Sevilla, con algunas advertencias à los Alarifes, y Particulares, y otros capitulos añadidos à la perfecta inteligencia de la materia; que todo se cifra EN EL GOBIERNO POLITICO DE LAS FABRICAS*, (ed. fâcs. de la ed. princ. de Madrid, Francisco del Hierro, 1719), Madrid, Gerencia Municipal de Urbanismo del Excmo. Ayuntamiento de Madrid, 1992, pp. 199-200. Los distintos tipos de reales de vellón y sus diferentes monedas en la época pueden consultarse en GIL FARRÉS, O., *op. cit.*, pp. 492-496, 504-507, 512-531, 566.

[...] polvo que resulta de la calcinacion de una especie de piedra á quien se dá el mismo nombre [...] es muy diversa una de otra en cuanto a la figura y aspecto interior y exterior, pero en cuanto a sus propiedades toda es una, con la diferencia de ser mas o menos limpia [...] calcinada moderadamente y molida se hace polvo, mezclándole con agua se forma una masa, que gastada con prontitud [...] toma cuerpo y se endurece sin dilacion.¹⁸²

Villanueva diferencia también los dos tipos de yeso, «negro» o «moreno» y «blanco», que se emplean en construcción de acuerdo a su color

Distinguimos para las obras dos especies de yeso, uno que se llama negro ó moreno, y otro blanco. El negro es el que comunmente se usa para forjar los tabiques, suelos &c., y el blanco se hace de una piedra alabastrina, cristalizada en lo interior á manera de sal, y es una materia excelente para los enlucidos. Se debe procurar que uno y otro sea limpio y libre de otras materias extrañas;¹⁸³

Evidentemente, los enlucidos requieren el empleo de un material lo más blanco posible, ya que están expuestos a la mirada del público, mientras que otros usos, donde el yeso está oculto, no requieren yesos especialmente blancos.

Diego Antonio Rejón de Silva, en su *Diccionario de las nobles artes para instrucción de los aficionados, y uso de los profesores* (1788), define y clasifica el yeso de la siguiente manera:

Cierto material para fabricar que se hace de una piedra no muy dura cociéndola en horno y majándola despues. Le hay blanco, llamado comunmente espejuelo; y de color obscuro, que llaman yeso negro.¹⁸⁴

La clasificación aportada por el *Diccionario de Autoridades* es muy similar:

¹⁸² VILLANUEVA, Juan de: *Arte de albañilería*, (ed. preparada por Angel Luis Fernández Muñoz que incluye el facs. de la edición de 1827, de don Pedro Zengotita Vengoa), Madrid, Editora Nacional, 1984, (Artes del Tiempo y del Espacio), pp. 62-63.

¹⁸³ *Ibidem*, p. 63.

¹⁸⁴ REJÓN DE SILVA, Diego Antonio: *Diccionario de las nobles artes para instrucción de los aficionados y uso de los profesores* (ed. facs. de la de la imprenta de D. Antonio Espinosa. Segovia, 1788), Murcia, Consejería de Cultura y Educación de la Comunidad Autónoma, Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos, Departamento de Historia del Arte de la Universidad, Caja Murcia, 1985, pp. 214-215.

Hyeso: [...] Hayle blanco y negro, y al blanco le suelen llamar Espejuelo.¹⁸⁵

Por tanto, Rejón de Silva y el *Diccionario de Autoridades* continúan diferenciando dos tipos de yeso cocido: «blanco» y «negro». El primero ha sido denominado también espejuelo por ambos textos, pero como ya se ha señalado, Juan de Villanueva indicó que se elaboraba a partir de «piedra alabastrina», posiblemente alabastro yesoso. Ambas variedades, como se ha indicado, producen yesos de gran pureza.

Aún F. B. y B. en su *Manual de albañilería* de 1863 y Ventura Ferrada en su *Tratado elemental de las rocas* (1868) mantienen estos vocablos y agregan otros. De acuerdo al primero:

El yeso que se gasta en Madrid se distingue con los nombres de tosco, de criba y fino ó blanco.¹⁸⁶

Y un anuario de construcción de esta misma década (1867) confirma el empleo de los tipos de yeso mencionados, es decir, «negro» del que existían las variedades «tosco» y «cernido» (que se correspondería con el de criba) y «blanco». Su precio, evidentemente, va en orden ascendente, desde el primero al último, resultando especialmente caro el «blanco» respecto a los anteriores¹⁸⁷. También Ricardo Marcos y Bausá en su *Manual del albañil* (1880) refiere el empleo de estas variedades. En relación al de «criba» indica que se pasa por tamiz para eliminar las «granzas» o partes mal calcinadas, que no debían exceder el 8%¹⁸⁸.

¹⁸⁵ REAL ACADEMIA ESPAÑOLA, (1984), *op. cit.*, tomo cuarto del facs., vol. tercero de la ed. actual, p. 197.

¹⁸⁶ F. B. y B.: *Manual de albañilería*, Madrid, El libro de Oro, 1863, *op. cit.*, p. 45. FERRADA, V., *op. cit.*, p. 96.

¹⁸⁷ Este anuario indica que el cahíz de «yeso negro tosco» con peso de sesenta arrobas costaba 34 reales, el «yeso negro cernido», de igual peso, 36 y el «blanco», vendido en forma de costales de 4 arrobas, 8 reales. M. M.: *Anuario de construcción. Contiene los precios de materiales, sus condiciones y ensayos: série de precios compuestos, de mano de obra y de todo coste, de Albañilería, carpintería y demás ramos que comprende la edificación de casas en Madrid*, Madrid, imprenta de José M. Ducazcal, Plazuela de Isabel II, num. 6, 1867, p. 13.

¹⁸⁸ Ricardo Marcos y Bausá indica: «El yeso negro; tanto tosco como de criba, se expende en España por cahíces de 60 arrobas de peso, ó sean 690 kilogramos, subdivididos en veinte y cuatro costales, deduciendo siempre la jerga que forma el costal. El yeso blanco se vende por costales de 46 kilogramos (4 arrobas) de peso. Un metro cúbico de piedra yesosa pesa por término medio unos 2,168 kilogramos; de yeso negro en polvo suele pesar el mismo volumen 1,205 kilogramos, y 1,300 el cernido; amasado todavía húmedo, pesa 1,572 kilogramos, y cuando está seco unos 1,399

En la actualidad, la denominación «yeso negro o gris» se asigna a aquel que ha sido sometido a calentamiento, contiene gran cantidad de impurezas y ha ennegrecido con las cenizas y humo del combustible¹⁸⁹.

Con referencia al ámbito de la pintura, y retomando las indicaciones de los tratadistas artísticos, Cennino Cennini indica que para elaborar tanto el yeso grueso como el mate se empleaba yeso de Volterra, purgado y tamizado a modo de harina¹⁹⁰.

Del texto de Cennini se deduce que para elaborar ambos yesos podía utilizarse el mismo material. Sin embargo, otros autores parecen apuntar hacia el empleo de materias diversas. Entre éstos se encuentra Francisco Pacheco, que prescribe en su tratado el uso de yeso especular para la elaboración del mate, mientras que no especifica ninguna variedad concreta para el grueso¹⁹¹. Asimismo, Antonio Palomino indica que para la obtención del yeso grueso se emplea el yeso pardo, que solía utilizarse también en el ámbito de la construcción, mientras que para el yeso mate, el material de partida es descrito simplemente como «más blanco»¹⁹².

*Para elaborar
yeso grueso y
mate pudo
utilizarse o no
el mismo
material*

Por otra parte, es posible que a lo largo de la historia hayan sido empleados tanto yeso negro como blanco para elaborar el yeso grueso. Apunta hacia esta hipótesis el hecho de que en diversas tablas ha podido apreciarse yeso grueso con un tono grisáceo, mientras que en otras esta capa presenta un color muy blanco¹⁹³. En el supuesto de que el yeso mate se elaborase a partir del grueso, sería lógico que este último fuera yeso blanco cocido, ya que, como se ha indicado, el yeso mate debe ser

kilógramos. El yeso blanco amasado pesa 1,500 kilógramos por metro cúbico». MARCOS Y BAUSÁ, Ricardo: *Manual del albañil*, Madrid, Dirección y Administración, 3ª ed., 1880, pp. 46 y 49.

¹⁸⁹ ORÚS, F.: *Materiales de construcción*, Madrid, Dossat, 7ª ed., 1985, p. 127.

¹⁹⁰ CENNINI, C., (1913), *op. cit.*, cap. CXV y CXVI, pp. 81-82. CENNINI, C., (1988), *op. cit.*, cap. CXV y CXVI, pp. 154-156. La traducción de Fernando Olmeda Latorre de los términos «gesso grosso» o «volteriano» como «alabastro yesoso» no es exacta, ya que el término «alabastro» hace referencia a un tipo específico de yeso no aludido en el texto original. Por ello, la autora de la tesis cree que «gesso grosso» o «volteriano» debería traducirse, simplemente, como «yeso grueso» o «de Volterra».

¹⁹¹ PACHECO, Francisco, *op. cit.*, libro tercero, cap. VII, p. 507.

¹⁹² PALOMINO DE CASTRO Y VELASCO, A., *op. cit.*, tomo II, p. 583.

¹⁹³ En concreto, en la obra *La presentación en el templo*, de Martín Gómez El Viejo (s. XVI) del Museo Diocesano de Cuenca, el yeso grueso presenta una coloración grisácea, mientras que otras muchas tablas de esta misma época muestran un yeso grueso muy blanco.

especialmente puro para poder efectuar un dorado lo más hermoso posible. Si el yeso de partida hubiera sido impuro, es decir «yeso negro» de acuerdo a la terminología referida últimamente, éste habría tenido que ser sometido a una intensa criba para elaborar el mate. Por el contrario, si el material de partida utilizado para la elaboración de ambos yesos hubiera sido diferente, podía haberse empleado con mayor libertad yeso negro en los estratos del grueso.

Respecto al yeso mate, los textos suelen referir su elaboración a partir de yeso blanco o, al menos, yeso purificado. Los artífices consideraban que una de las cualidades fundamentales del yeso mate era su especial finura ya que, salvo por los delgados estratos de bol, son capas muy próximas a los sutiles panes de oro. Éstos requieren ser aplicados sobre una superficie lisa y uniforme para poder ser bruñidos de forma adecuada. Estas características se logran en mayor medida si se emplea un yeso más puro.

Las palabras del *Diccionario de autoridades*, aunque ya tardías, confirman su elaboración a partir de «yeso blanco»:

Hyeso mate. El hyésno blanco, beneficiado con agua hasta quitarle su fortaleza, matandole, el cual sirve, disuelto en agua cola, para aparejos de Escultores, Pintóres, Doradores y otros.¹⁹⁴

También Manuel Sáenz en su *Manual teórico-práctico del pintor, dorador y charolista* (1902) alude al «yeso blanco» como el material a partir del cual se elaboraba el yeso mate, al referirse a este último como uno de los materiales empleados para el dorado al agua de superficies de madera.

Yeso mate.- Se hace echando el yeso blanco en agua hasta que crezca y se mate bien [...]¹⁹⁵

Y Eugenio Herranz García en su manual *El arte de dorar* (1959) indica que el material de partida a utilizar para elaborar el yeso mate es «yeso blanco»:

Se compra un saquito de yeso blanco corriente, del que usan los albañiles en las obras, o menos cantidad, un talequito, según lo que queramos hacer.¹⁹⁶

¹⁹⁴ REAL ACADEMIA ESPAÑOLA, (1984), *op. cit.*, tomo cuarto del facs., vol. tercero de la ed. actual, p. 197. El texto alude, además, al yeso blanco, describiéndolo como una piedra «quemada» al que suelen denominar también «espejuelo», y al negro. V. *Ibidem*.

¹⁹⁵ SÁENZ Y GARCÍA, M., *op. cit.*, p. 220.

En el siguiente esquema (figura 9) se resumen algunas de las indicaciones que establecen los tratadistas, referentes a los materiales empleados para elaborar los yesos grueso y mate. Se toman las referencias al respecto de Cennino Cennini y Antonio Palomino de Castro y Velasco:

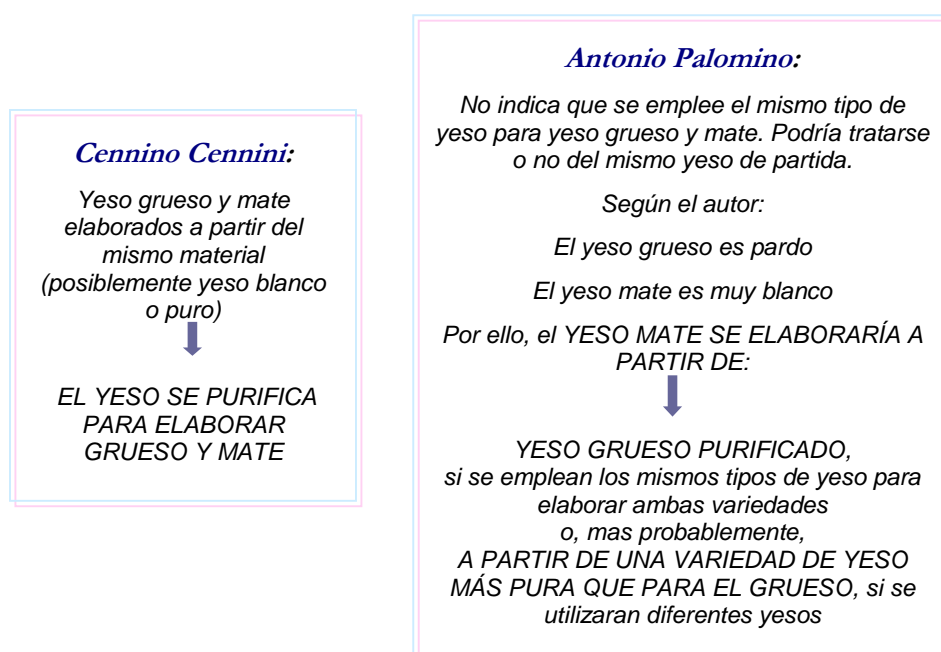


Fig. 9. Opciones para la elaboración de los yesos grueso y mate. Materiales de partida propuestos por Cennini y Palomino.

Una vez seleccionada la piedra de yeso, se procedía a su tratamiento para su utilización como material de construcción (o para elaborar el yeso grueso). Para ello, era sometida a la acción del calor en hornos y, a continuación se molía y cernía; estos procesos han variado ligeramente hasta entrado el siglo XIX. Algunos documentos como las *Ordenanzas de Málaga de 1611* indican que, como paso previo al calentamiento de la piedra, ésta debía limpiarse:

Tratamiento del yeso para ser utilizado como material de construcción

[...] e antes que armen el horno, e limpien la piedra porque se haga blanco [...]¹⁹⁷

¹⁹⁶ HERRRANZ GARCÍA, E., *op. cit.*, p. 79.

¹⁹⁷ *Ordenanzas de Málaga de 1611*, *op. cit.*, p. 90v.

Los yeseros

El operario encargado de fabricar y vender el yeso ha sido conocido en España, tradicionalmente, como «yesero»¹⁹⁸. Así lo indica Covarrubias:

De yeso se dixo yesero, el que quema el yeso y lo vende.¹⁹⁹

Su labor era custodiada mediante la vigilancia de personas dedicadas al oficio, denominadas a su vez veedores:

[...] ordenamos y mandamos, que la justicia y regimiento, nombre cada año entre las personas que tienen por oficio de hazer el dicho yelso, vna buena persona, ó dos que tengan cargo de ver los Hornos en que se quema el dicho yelso: [...] ²⁰⁰

Medida del yeso

Ordenanzas de diversas épocas que se refieren a los «yeseros» insisten, como se verá más adelante, no sólo en la adecuada elaboración del yeso, sino que, como además estos profesionales se ocupaban de su venta, era importante no se falsificara la medida del yeso, de modo que fuera lo más efectiva o real posible. Algunos textos hacen referencias a casos concretos en los que se detectaron medidas fraudulentas del material²⁰¹. Debido a estos hechos, numerosas ordenanzas determinan el riguroso empleo de las medidas de capacidad, como la media fanega²⁰² o la cuartilla²⁰³, que

¹⁹⁸ Algunas ordenanzas, sin embargo, se refieren con este vocablo a los oficiales dedicados a realizar diversas labores de albañilería. RAMÍREZ MARTÍNEZ, J. M.: *Ordenanzas de la ciudad de Logroño. Año 1607*, Logroño, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Servicio de Cultura de la Excm. Diputación Provincial, 1981, pp. 36-38.

¹⁹⁹ COVARRUBIAS OROZCO, Sebastián de, *op. cit.*, p. 977.

²⁰⁰ *ORDENANÇAS DE LA MVY NOBLE Y MVY MAS LEAL CIVDAD DE BVRGOS, Cabeça de Castilla, Camara de su Magestad, confirmadas por los Señores de su Consejo*, Impressas en Burgos, Por Iuan Baptista Varesio, MDCXV, Biblioteca Nacional, 3/17293, párr. 75. Otras ordenanzas hacen referencia a estos vigilantes de los yeseros.

²⁰¹ Las *Ordenanzas del peso del yesso* recogen la denuncia de Ivan de Morales, que detectó la intención de venta por parte de los yeseros, de carga y media por dos cargas. *LOS MVY ILLUSTRES SEÑORES DE MVRCA MANDARON IMPRIMIR LAS ORDENANZAS QUE TIENE PAR EL GOBIERNO DELLA, Y DE SV CAMPO, Y HVERTA, APROVADAS POR LA MAGESTAD CATOLICA DE N. REY, Y SEÑOR D. CARLOS SEGVNDO Y POR SVS ANTECESSORES: SIENDO CORREGIDOR, Y DE LA CVDAD DE CARTAGENA*, el illustre Señor D. Antonio de Funes Carbajal, y Mesia, Visitador General de los Presidios, y costas de los Reynos de Andalucia: y COMISSARIO DONMACIAS LOPEZ DE AYALA. Impreso, por Vicente Llofrin, Impressor Menestral de esta muy Noble, y muy leal Ciudad y su Reyno, Año 1695, Biblioteca Nacional 3/16337, p. 57, párr. 30.

²⁰² Fanega: «f. Medida de capacidad para áridos que, según el marco de Castilla, tiene 12 celemines y equivale a 55 litros y medio; pero esta cabida es muy variable según las diversas regiones de España». REAL ACADEMIA ESPAÑOLA, (1978), *op. cit.*, pp. 607-608. «Fanega: Medida de capacidad para áridos que se emplea en la Península Ibérica y Canarias [...] Según las provincias tiene una capacidad distinta [...]». *Nueva Enciclopedia Larousse*, *op. cit.*, vol. 4, p. 3836.

debían estar selladas por las autoridades pertinentes para garantizar su fiabilidad²⁰⁴. En algunas ordenanzas aparecen las figuras del «fiel del peso del yeso»²⁰⁵ y el «almotacen»²⁰⁶ como agentes responsables de comprobar la veracidad de las cargas. El «fiel de medidas de la ciudad» se encargaba del sellado de la medida²⁰⁷. Se vendía, por tanto, generalmente, como fanegas, cuartillas, cahíces o cargas tasadas con estas medidas de capacidad²⁰⁸. Teodoro Ardemans, que hacía referencia a su venta por cahíces, indicaba que cada cahíz debía contener doce fanegas o siete arrobas y ocho libras²⁰⁹. F. B. y B. coincide aún con Ardemans en su *Manual de Albañilería* de 1863²¹⁰.

Por otra parte, las *Ordenanzas de Granada de 1552* señalaban que era más caro el yeso vendido entre el 1 de noviembre y el 30 de abril que el del resto del año²¹¹. La explicación a esta diferencia de precio quizás resida en que en tiempo húmedo debían dispensarse más cuidados al yeso, con el fin de preservarle de la humedad ambiental. En párrafos posteriores se dará cuenta de los motivos que llevan a tomar estas precauciones. El precio también podría acrecentarse en razón a la

²⁰³ Cuartilla: «f. Medida de capacidad para áridos, cuarta parte de una fanega, equivalente a 1.387 centilitros aproximadamente». REAL ACADEMIA ESPAÑOLA, (1978), *op. cit.*, p. 387.

²⁰⁴ El empleo y sellado de la media fanega y la cuartilla aparece, por ejemplo, en las *Ordenanzas de Granada de 1552*, *op. cit.*, p. CCXXXIr y p. CCXXXIIIv. Las *Ordenanzas de Málaga de 1611* se refieren, simplemente, al sellado de «la medida que la ciudad tiene para ello». *Ordenanzas de Málaga de 1611*, *op. cit.*, p. 90v.

²⁰⁵ *Ordenanzas de Murcia de 1695*, *op. cit.*, p. 57, párr. 30.

²⁰⁶ *Ordenanzas de Granada de 1552*, *op. cit.*, p. CCXXXIIIr. «Almotacén: (Del ár. Al-muhtasib.) m. Persona encargada oficialmente de contrastar las pesas y medidas. [...] En Marruecos, funcionario encargado de la vigilancia de los mercados y de señalar cada día el precio de las mercancías». REAL ACADEMIA ESPAÑOLA, (1978), *op. cit.*, p. 69.

²⁰⁷ Las *Ordenanzas de Málaga* se refieren a «la medida que la ciudad tiene para ello sellada del fiel de medidas de la ciudad». *Ordenanzas de Málaga de 1611*, *op. cit.*, p. 90v.

²⁰⁸ Entre los textos que hacen referencia a la venta del yeso por fanegas, cuartillas o cargas están, por ejemplo, las *Ordenanzas de Granada de 1552*. V. *Ordenanzas de Granada de 1552*, *op. cit.*, pp. CCXXXIr-CCXXXIIIv. Respecto a la utilización de la media fanega para medir el yeso, v. Archivo Municipal de Écija, Act. Capt. 3-III-1524, libro nº 1, f. 256, en MARTÍN OJEDA, M., *op. cit.*, p. 398.

²⁰⁹ V. ARDEMANS, Teodoro, *op. cit.*, p. 199. Libra: «Peso antiguo de Castilla, dividido en 16 onzas y equivalente a 460 gramos. En Aragón, Baleares, Cataluña y Valencia tenía 12 onzas, 17 en las Provincias Vascongadas y 20 en Galicia, y además las onzas eran desiguales, según los pueblos. [...] Medida de capacidad, que contiene una libra de un líquido». REAL ACADEMIA ESPAÑOLA, (1978), *op. cit.*, p. 801.

²¹⁰ F. B. y B., *op. cit.*, p. 46.

²¹¹ *Ordenanzas de Granada de 1552*, *op. cit.*, p. CCXXXIV.

mayor dificultad de su transporte en esa época del año. Del mismo modo, era también más caro el yeso vendido en la ciudad, medido y cernido, que en el yesar:

Item hablaron en el yesso y mandaron *que* valga la hanega del yesso en la cibdad acatorze *maravedíes* medida y cernida y en el yessar a ocho *maravedíes* y no mas.²¹²

El yesar Algunos textos hacen referencia al lugar en que solía calcinarse el yeso, denominándolo «yesar» o «yesal», término que, asimismo, se aplicaba a la cantera, como indica Covarrubias:

Yesal, o la cantera de la piedra del yeso o el horno donde se quema.²¹³

Probablemente, el hecho de que cantera y horno estuvieran designados por el mismo vocablo se deba a que, en algunos casos, estaban muy próximos.

Benito Bails en *De la arquitectura civil* (1796), aconseja la cocción del yeso en la misma obra a medida que va necesitándose, lo que permite emplear el yeso en buen estado, como se verá posteriormente²¹⁴. Juan de Villanueva, de manera similar, indica:

La calcinación del yeso debería hacerse, cuando haya posibilidad, en la misma obra, ó en sus cercanías;²¹⁵

Y explica de esta forma los motivos:

Porque sobre ser mejor gastándole recién calcinado, hay la ventaja de poder cuidar que los manipulantes no le den demasiado fuego á fin de poderlo machacar mejor, ó no le adulteren mezclando

²¹² *Ibidem*, p. CCXXIIr.

²¹³ COVARRUBIAS OROZCO, Sebastián de, *op. cit.*, p. 977.

²¹⁴ BAILS, Benito: *Elementos de matemática, Tom. IX. Parte I. Que trata de la arquitectura civil*, (ed. facs. de la 2ª ed. de Madrid, en la Imprenta de la Viuda de D. Joaquin Ibarra, 1796), Valencia, Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos, Galería-Librería Yerba, Consejería de Cultura y Educación de la Comunidad Autónoma, Departamento de Historia del Arte de la Universidad de Murcia, 1983, p. 166.

²¹⁵ VILLANUEVA, J. de, *op. cit.*, p. 63.

tierra, ceniza ú otra cosa, lo cual se conoce en que al tiempo de gastarle tarda en tomar cuerpo y fortaleza.²¹⁶

Un acta capitular del concejo de Écija de 1544 aludía a la zona donde se calcinaba el yeso como «yesar». Debido a la prevención especial que se tenía contra estos lugares, por los daños que pudiera ocasionar el fuego, en algunos emplazamientos, como esta localidad, se instó a los yeseros a delimitar su terreno

[...] vista una petiçion de çiertos vezinos que se quexan de los yeseros que de hazer huego en sus yesares puede venir daño e perjuizio [...] e para lo remediar hordenaron e mandaron que todos los yeseros desta çibdad, que tienen yesares en el término della, que hagan una raya a la redonda de sus yesares que tenga seys estadales, para que no pueda salir el fuego fuera de la dicha raya, e que ninguno haga yeso en los dichos yesares de aquí adelante, sin primeramente venir ante el escribano del conçejo a conÿrmar de pagar el daño que hizieren con el fuego que saliere del dicho yesar, so pena que si no lo hizieren todo lo susodicho, commo dicho es, que paguen en pena tres mill maravedís [...]²¹⁷

Son escasos los autores que se refieren al proceso de calentamiento del yeso y más aún los que lo describen con detalle. Entre los primeros se incluye Teofrasto de Ereso, que explica que en Fenicia y Siria las piedras se sometían a calentamiento utilizando como fuente de calor estiércol de buey:

*Proceso de
calentamiento
del yeso*

ποιοῦσι δὲ καὶ ἐν Φοινικῇ καὶ ἐν Συρίᾳ καμινεῦοντες αὐτὴν καὶ καιοντες· καιοῦσι δὲ μάλιστα τοὺς μαρμαροὺς καὶ ἀπλῶς τοὺς στερεωτάτους βολίτον παρατιθεντες ἐνεκα τοῦ θαττον καίεσθαι καὶ μαλλονδοκεῖ γὰρ θερμωτάτον εἶναι πυρῶθεν καὶ πλειστον χρόνον διαμένει. [En Fenicia y Siria el yeso se fabrica mediante su calentamiento en hornos. Se queman el mármol y de éste el más duro disponible, situando a su lado estiércol de buey para que queme más rápida e intensamente. Una vez ha sido encendido, el estiércol de buey

²¹⁶ *Ibídem*.

²¹⁷ Es posible que esta «raya» sea, en realidad, una zanja cortafuego, como M. Martín indica en MARTÍN OJEDA, M., *op. cit.*, pp. 124 y 398-399.

Estadal: Metrol. Medida de longitud equivalente a cuatro varas, es decir, 3,343 m. Estado, medida de longitud tomada de la estatura regular del hombre. Viz. Medida de longitud equivalente a 1,67 m. Estadal cuadrado, medida agraria equivalente a 11.1756 m². *Nueva Enciclopedia Larousse, op. cit.*, vol. 4, p. 3615.

se calienta extraordinariamente manteniéndose así durante largo tiempo.]²¹⁸

Plinio, en su *Historia Naturalis* prácticamente repite las palabras de Teofrasto²¹⁹.

Teófilo, en su *Schedula aiversarium artium*, refiere que el yeso se calienta del mismo modo que la cal, con lo que las palabras del autor no son suficientemente aclaratorias, en tanto que no puede discernirse en qué aspectos el calentamiento de ambos materiales es similar, o si simplemente el texto se refiere a que, como la cal, el yeso se calienta para poder ser utilizado²²⁰.

Leon Battista Alberti alude a la calcinación del yeso durante 24 horas²²¹.

La parquedad de las descripciones detalladas referentes a este tema en los textos indicados dificulta, por tanto, enormemente su conocimiento en profundidad.

Respecto a los textos españoles, el *Lapidario* de Alfonso X tan sólo indica que si la queman «hácese más seca y más sutil»²²².

Juan de Villanueva únicamente señala que el término yeso hace referencia tanto a la piedra de yeso como al material ya calcinado²²³.

Hornos
rudimentarios

Sin embargo, la obra *Los veintium libros de los ingenios y de las maquinas*, del siglo XVI, ya citada, viene a paliar en gran medida las lagunas existentes, ya que aporta documentación esencial referente a los procesos de transformación del material, especialmente en lo que respecta a su cocción. Como ya se ha indicado, el yeso se calentaba en hornos más o menos rudimentarios que, probablemente, han sufrido escasísimas modificaciones a lo largo del tiempo. Pseudo-Juanelo Turriano detalla:

²¹⁸ THEOPHRASTUS, *op. cit.*, IX, 69, pp. 84-85.

²¹⁹ BAILEY, K. C., *op. cit.*, vol. II, liber XXXVI, par. 183, pp. 142-143.

²²⁰ HAWTHORNE, J. G. y STANLEY SMITH, C., *op. cit.*, p. 27.

²²¹ ALBERTI, Leon Battista, *op. cit.*, p. 118.

²²² ALFONSO X EL SABIO: *El primer lapidario de Alfonso X el Sabio*, (tomo complementario de la edición facsímil del *Primer lapidario de Alfonso X el Sabio*, Ms. H. I. 15 de la Biblioteca del Escorial, transcr. y com. científicos María Brey Mariño y José Luis Amorós Portolés, apartado denominado *Ciencia en el Lapidario* por José Luis Amorós Portolés), Madrid, Edilan, 1982, 266, p. 151.

²²³ VILLANUEVA, Juan de, *op. cit.*, pp. 62-63.

[...] esta piedra se cueze en veynte y quatro horas, [...] y el no es cozido hasta tanto que el humo del horno acende arriba todo muy blanco y que no tiene ninguna color negra quezese un horno de yeso como dixe en doze horas en diez y ocho y a lo mas en veynte y quatro [...]²²⁴

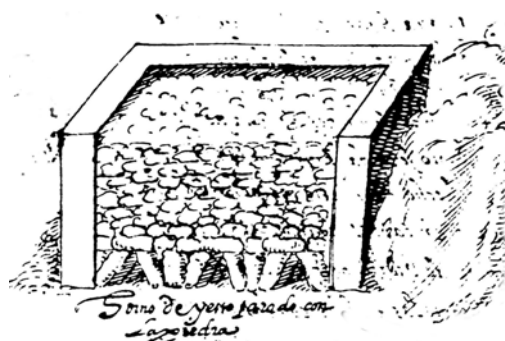


Fig. 10. Horno rudimentario que aparece en la obra *Los veintiún libros de los ingenios y de las máquinas*, de Pseudo-Juanelo Turriano, posiblemente escrito a fines del siglo XVI²²⁵.

La imagen anterior muestra un horno rudimentario, constituido por galerías de piedra bajo las cuales se disponía el combustible y sobre las que se colocaba la piedra de yeso. Posiblemente, entre las piedras existían ciertos orificios que permitirían el tiro. El desprendimiento de humo blanco referido en el texto se debería, con toda probabilidad, a la pérdida de la humedad que la propia piedra de yeso contendría, debido a su primigenia situación en el subsuelo, a la vez que a la merma de su agua de cristalización que se produce como consecuencia de su cocción. Como se recordará, el yeso puede perder entre media y dos moléculas de agua en este proceso. Benito Bails en *De la arquitectura civil* (1796) considera fundamental el secado de la piedra al aire tras su extracción del subsuelo, ya que

[...] de esto pende muchísimo la virtud de este material [...]²²⁶

Aún a mediados del siglo XIX continuaba empleándose el tipo de horno descrito por Turriano, lo que refleja que aún resultaban de utilidad. Sin embargo, los textos del siglo XIX describen, además, hornos más complejos. En el *Manual de*

²²⁴ TURRIANO, Pseudo-Juanelo, *op. cit.*, vol. II, pp. 474-475.

²²⁵ *Ibidem*, vol. II, p. 476.

²²⁶ Posiblemente el seguimiento de esta recomendación favorecería el desarrollo del proceso de deshidratación. BAILS, Benito, *op. cit.*, p. 165.

construcciones de albañilería, de P. C. Espinosa (1859) se detallan dos tipos, denominándose los rudimentarios «provisionales» y los más desarrollados «permanentes». El horno rudimentario es descrito por Espinosa de la siguiente manera:

El método mas sencillo de quemar el yeso consiste en formar una bóveda con piedras grandes en seco, colocando la de yeso encima, de modo que los trozos mas gruesos estén los mas próximos al fuego; se quema el combustible lentamente debajo del abovedado, que forma el hogar con la regularidad posible, durante unas diez horas hasta que empieza a enrojecer; al cabo de estas se tapan los huecos con piedras y se cubre el monton con polvo de yeso.²²⁷

En el texto se indica, además, que es importante evitar que la piedra menuda obstaculice el tiro en la cocción, de modo que permita circular la llama y el calor. Su colocación posterior entre los intersticios consigue concentrar el calor, para enfriarse gradualmente²²⁸.

Ya antes Benito Bails había subrayado la importancia de la colocación de las piedras en el horno

[...] de modo que á todas las cale igualmente el fuego.²²⁹

Resulta interesante la comparación de las descripciones de Turriano y Espinosa, que constata sus escasas diferencias en los aspectos fundamentales. Este último autor subraya que el sistema produce una cocción imperfecta del yeso, a pesar de lo cual resulta un material de utilidad:

La coccion sale desigual por este método, pues la piedra de arriba se quema poco y la de abajo mucho; pero la mezcla de todo produce un yeso que agarra muy bien á los materiales con que se emplea.²³⁰

F. B. y B. debió sin duda conocer la obra de Espinosa, ya que describe este horno prácticamente en los mismos términos en la obra *Manual de albañilería* (1863), si bien incide sobre algún pormenor. Con referencia al polvo de yeso

²²⁷ ESPINOSA, P. C.: *Manual de construcciones de albañilería*, (ed. facs. de la de Madrid de 1859), Real Academia Española, Madrid, 1991, p. 156.

²²⁸ *Ibidem*, p. 157.

²²⁹ BAILS, Benito, *op. cit.*, p. 165.

²³⁰ ESPINOSA, P. C., *op. cit.*, p. 156.

empleado para cubrir el horno en la última fase de calentamiento del material, señala que se trata de polvo sin calcinar, que se quema durante la operación²³¹. F. B. y B. coincide con Espinosa en la desigual cocción del yeso con este tipo de horno²³².

Aún en la actualidad autores como Jorge Burgh Hohn, Manuel López Blázquez y Juan Monjo Carrió en su trabajo *El yeso en España y sus aplicaciones en la construcción* (1976), describen un horno muy similar, que considera el más evolucionado dentro de los rudimentarios. Está constituido por tres paredes de más de cuatro metros de altura cubiertas por una techumbre que permite el paso de los humos. En la parte baja se forman galerías de piedra de unos 6,5 m de ancho, bajo las que se coloca el combustible (leña o carbón). Entre estas piedras se deja libre algún hueco de modo que se permita el tiro. Sobre las galerías se coloca la piedra de yeso en tamaño decreciente, pudiendo partir de piezas de alrededor de 0,80 m de altura. Estos autores subrayan la heterogeneidad y escasa calidad del producto obtenido²³³. También Francisco Arredondo y Verdú apunta esta deficiente bondad de los yesos obtenidos a partir de hornos rudimentarios. Uno de los descritos por este autor consiste, simplemente, en realizar una bóveda en la ladera de un monte y conformar un hogar mediante la colocación de las piedras de yeso. El autor refiere la utilización de ramas y jara a modo de combustible²³⁴.

Otro de los sistemas de calentamiento descrito por P. C. Espinosa consiste en la calcinación del yeso con hulla dispuesta en capas alternas con la piedra. Este autor hace referencia a la coloración oscura que adquiere el material, por lo que únicamente recomienda este método cuando el yeso se destina para abono²³⁵. Luciano Novo de Miguel incluye entre los hornos rudimentarios este método de calentamiento del yeso, describiéndolo de la siguiente manera:

[...] consiste en formar montones con capas alternadas de piedra de yeso muy fragmentada y combustible, de forma análoga a los llamados hornos de campaña, que se emplean para la fabricación de cal. El yeso obtenido queda mezclado con la ceniza del combustible que le

²³¹ F. B. y B., *op. cit.*, pp. 193-194.

²³² *Ibidem*, p. 194.

²³³ BURG HOHN, J., LÓPEZ BLÁZQUEZ, M. y MONJO CARRÍO, J.: *El yeso en España y sus aplicaciones en la construcción*, Madrid, Asociación de Investigación de la Construcción, 1976, pp. 127-128.

²³⁴ ARREDONDO Y VERDÚ, F.: *Yesos y cales*, Madrid, Servicio de Publicaciones Revista Obras Públicas E. T. S. Ingenieros de Caminos, 1991, pp. 8-9.

²³⁵ ESPINOSA, P. C., *op. cit.*, p. 157.

comunica un color oscuro, por lo que recibe el nombre de «yeso negro».²³⁶

*La ceniza del
combustible
oscurece el
material*

Resulta interesante la referencia del autor al «yeso negro» como un material calcinado que participa de la ceniza del combustible. Es posible, por tanto, que el apelativo «negro» haya hecho alusión tanto al yeso impuro en origen, como señalaba fray Laurencio de San Nicolás, como al descrito por Luciano Novo. F. Arredondo y Verdú se refiere a este procedimiento de calcinación por capas también como rudimentario, haciendo igualmente hincapié en el color oscuro que deriva de la mezcla del material con la ceniza del combustible²³⁷. F. Orús, aunando ambas razones del oscurecimiento del yeso, indica que el yeso negro o gris se obtiene de algez bastante impuro contaminado o ennegrecido con las cenizas y humo del combustible²³⁸.

*Hornos
permanentes*

Frente a los hornos «rudimentarios», los «permanentes», estarían indicados para una «fabricación duradera». Las descripciones que aportan Espinosa²³⁹ y F. B. y B. al respecto son muy similares. Este último autor los describe de la siguiente manera:

[...] constan de un muro que cierra por tres lados á aquel, cuya altura es ordinariamente de quince a veinte pies, y la parte superior se cubre con un tejado á dos aguas, dejando aberturas por donde salga el humo.

Por la parte abierta del horno, que debe corresponder á la opuesta del aire que predomine en el país, se construyen pequeñas bóvedas con las piedras mayores de yeso, dejando aberturas para que circule el calórico y pase el humo; y sobre las espresadas bóvedas se van echando capas de piedra, poniendo los trozos mas gruesos primero, los regulares despues, cubriendo el todo con polvo de ripio ó fragmentos pequeños.

²³⁶ NOVO DE MIGUEL, L.: *El yeso en la construcción*, Barcelona, Ceac, 1970, pp. 20-21.

²³⁷ ARREDONDO Y VERDÚ, F., *op. cit.*, p. 8.

²³⁸ ORÚS, F., *op. cit.*, pp. 127, 132.

²³⁹ ESPINOSA, P. C., *op. cit.*, pp. 156-161. Este autor describe otros modos de calcinación del yeso que habían comenzado a utilizarse en su época, como el empleo de vapor de agua y la aparición de sistemas patentados que permitían obtener un yeso de gran blancura por medio de la aplicación de calor constante.

Cargado el horno de este modo, se consigue un producto superior por cuanto la cocción se hace con bastante regularidad.²⁴⁰



Fig. 11. Horno permanente según F. B. y B.²⁴¹.

Frente a la descripción de F. B. y B., Espinosa incluye el tamaño de las piedras de yeso empleadas para construir las pequeñas bóvedas, que deben ser de unos 65 cm de alto y 50 de ancho. Este último autor, estima la temperatura a aplicar en 200°C, debiendo mantenerse lo más constante posible durante diez o quince horas²⁴².

De la relativa sencillez del proceso de calentamiento del yeso y su práctica no profesional deja constancia F. B. y B. cuando señala que los habitantes de las aldeas calcinaban también el yeso, empleando leña como combustible:

[...] los habitantes de miserables aldeas, que son por lo regular los que calcinan el yeso, aprovechando el combustible espresado, casi abandonado en los montes y eriales.²⁴³

Según este autor, la hulla y el coke eran empleados en hornos dispuestos a tal efecto, pero no por los aldeanos, ya que el material resultaría más caro al no encontrarse este combustible a su alcance, como ocurría con la leña²⁴⁴.

²⁴⁰ F. B. y B., *op. cit.*, pp. 194-195.

²⁴¹ *Ibídem*, p. 195. Este horno es muy similar al dibujo aportado por P. C. Espinosa en ESPINOSA, P. C., *op. cit.*, dibujo nº 82, lám. 5ª.

²⁴² *Ibídem*, p. 157.

²⁴³ F. B. y B., *op. cit.*, pp. 195-196.

²⁴⁴ *Ibídem*.

Numerosos pueblos conservan aún hornos rudimentarios de yeso que han sido utilizados incluso en el siglo XX.



Fig. 12. La imagen muestra los restos de dos pequeños hornos rudimentarios con las entradas de los hogares en forma de arco apuntado. La fotografía corresponde a un pueblo de Guadalajara ubicado en la España yesífera²⁴⁵.

En Italia, los hornos rudimentarios empleados en el calentamiento del yeso fueron muy parecidos a los españoles. R. J. Gettens realiza una descripción de diversos tipos utilizados en la zona de Cavallano (Italia). Uno de ellos, utilizado desde los tiempos de los romanos, consistía en una celda de piedra semicircular, construida con piedra de yeso. En la parte de abajo se situaba el combustible, constituido por haces de leña. Otro tipo de horno, descrito como «de pan» consistía en una estructura horizontal, elevada sobre el nivel del suelo. El combustible también eran haces de leña, que ardían hasta que los muros del interior se coloreaban al rojo. Se apagaba entonces el fuego y se rellenaba el interior con piedra menuda, dejando actuar el calor durante la noche. Estos hornos son similares a los sistemas de calentamiento descritos en párrafos anteriores²⁴⁶.

Tratamientos de
cocción
inadecuados

A pesar de la escasa dificultad del proceso, podían darse tratamientos calóricos inadecuados que devenían en la obtención de un yeso de calidad deficiente. Entre los textos que aluden a esta cuestión se encuentran *Los veintium libros de los*

²⁴⁵ La autora de la tesis debe la fotografía a la amabilidad de Don José Manuel de la Roja de la Roja, que la tomó expresamente para este estudio.

²⁴⁶ GETTENS, R. J.: "A visit to an ancient gypsum quarry in Tuscany", *Studies in Conservation*. Volume I, 4, octubre 1954, 190-192.

ingenios y de las maquinas. En este sentido, Pseudo-Juanelo Turriano previene contra el exceso de cocción:

El yesso si se cueze mucho se buelve calcinoso y dura mucho mas a quajarse [...]²⁴⁷

Las *Ordenanzas de Logroño de 1607* señalan, asimismo:

[...] que ningún oficial de albañilería en obra de jornal ni de destajo no gaste yesso resfriado ni mal quemado, so pena de seisçientos maravedis, y más de pagar el daño de la parte.²⁴⁸

Fray Laurencio de San Nicolás en su *Arte y uso de Arquitectura* explica que no todos los yesos se calientan de la misma manera. Dependiendo de que sean más o menos compactos, requieren también cocciones más o menos prolongadas. Además, el calentamiento desmesurado da lugar a un yeso de inferior calidad

[...] aunque he hallado Autores, que señalan el tiempo que ha de arder; mas no es cierta su doctrina, sino en la parte que escriuieron: porque al passo que el yeso es mas duro, y apretado, ha menester mas fuego, y el yeso es de prospiedad, que si se la dà mas fuego del que ha menester, viene a no ser tan tenaz, ni apretar tanto, y assi me remito a la experiencia de los naturales [...]²⁴⁹

Más adelante, Diego Antonio Rejón de Silva confirma la vigencia de las indicaciones de este autor al referirse al mismo en su obra de 1788:

No todos los yesos han menester un mismo fuego.²⁵⁰

Benito Bails señala también:

[...] un grado excesivo de cochura le quita al yeso quasi toda la facultad de trabar como corresponde unas con otras las piedras, cuyo

²⁴⁷ Estas palabras del autor parecen indicar el retardamiento en el proceso de fraguado provocado por la transformación de yeso en anhídrita. TURRIANO, Pseudo-Juanelo, *op. cit.*, vol. II, p. 475.

²⁴⁸ RAMÍREZ MARTÍNEZ, J. M., *op. cit.*, p. 38.

²⁴⁹ SAN NICOLÁS, Fray Laurencio de, *op. cit.*, primera parte, p. 89v.

²⁵⁰ REJÓN DE SILVA, Diego Antonio, *op. cit.*, p. 215.

vicio padece igualmente quando no está bastante quemado, por no haberle calado el fuego todo lo necesario.²⁵¹

Teodoro Ardemans incide sobre la misma cuestión

Que al tiempo de darle el fuego para cozerlo, no le dèn tantas caldas, que lo passen, porque el yesso passado es lo mismo que tierra;²⁵²

Juan de Villanueva, igualmente, concedía gran importancia a este proceso por el mismo motivo

[...] su calcinacion ha de ser no mas que hasta cierto término, cuyo punto preciso conocen muy bien los prácticos; pues si le calcinan poco es difícil de machacar, y si le calcinan mucho se pasa, y convierte en ceniza su virtud.²⁵³

P. C. Espinosa señala también que la cocción debía ser llevada a cabo por un «hornero práctico» que evitara la quema inadecuada del yeso, tanto por exceso como por defecto²⁵⁴.

Ricardo Marcos y Bausá, por su parte, insiste en la atención que debe dispensarse a esta labor

La calcinación del yeso debe hacerse con gran cuidado é inteligencia, pues si se pasa el fuego, es decir, se quema el yeso demasiado ó muy poco, pierde por completo sus buenas cualidades, y entónces no debe utilizarse; porque se resquebraja y desprende despues de usado.²⁵⁵

El autor del *Manual de albañilería* (F. B. y B.) indica que, a efectos prácticos, la duración del calentamiento del yeso puede verse afectada por diversos factores:

²⁵¹ BAILS, Benito, *op. cit.*, p. 165.

²⁵² ARDEMANS, Teodoro, *op. cit.*, p. 198.

²⁵³ VILLANUEVA, Juan de, *op. cit.*, p. 63.

²⁵⁴ ESPINOSA, P. C., *op. cit.*, p. 157.

²⁵⁵ MARCOS Y BAUSÁ, Ricardo, *op. cit.*, p. 45.

[...] varia según el tamaño de la piedra, la humedad de la misma, la sequedad del combustible y el estado de la atmósfera.²⁵⁶

Por otra parte, ciertos autores, como Juan de Villanueva²⁵⁷, denuncian un hecho que, al parecer, venía repitiéndose con cierta asiduidad, al menos durante ciertas épocas, puesto que ya es censurado un siglo antes por Teodoro Ardemans (recuérdese que la obra de este último data de 1719). Se trata del sobrecalentamiento intencionado del yeso por parte de los manipulantes, con el fin de facilitar su molienda. Como se ha explicado, con este proceder se corría el riesgo de hacer mermar la calidad del producto. A este respecto, este último autor subraya:

Que al tiempo de darle el fuego para cozerlo, no le dèn tantas caldas, que lo passen [...] y esto lo suelen hazer los yessleros de proposito, porque la mayor parte se machaca con los pies, y no con las palancas.²⁵⁸

Por otra parte, se tiene constancia del empleo de un tipo especial de yeso, obtenido mediante una nueva cocción tras haber sido puesto en obra. Ya Teofrasto aludía a él cuando indica que puede reutilizarse, calentándolo y sumergiéndolo nuevamente en agua²⁵⁹.

*Reutilización
del yeso*

En el proceso de fraguado, el yeso recupera las dos moléculas de agua que perdió durante su cocción, pasando a presentar la composición química del yeso de partida, pero con una morfología especial responsable de su dureza (figura 13). La reutilización del yeso continuó produciéndose a lo largo de la historia de su empleo, como se verá más adelante.

²⁵⁶ F. B. y B., *op. cit.*, p. 196.

²⁵⁷ VILLANUEVA, Juan de, *op. cit.*, p. 63.

²⁵⁸ ARDEMANS, T., *op. cit.*, p. 198.

²⁵⁹ THEOPHRASTUS, *op. cit.*, IX, 67, pp. 82-85.

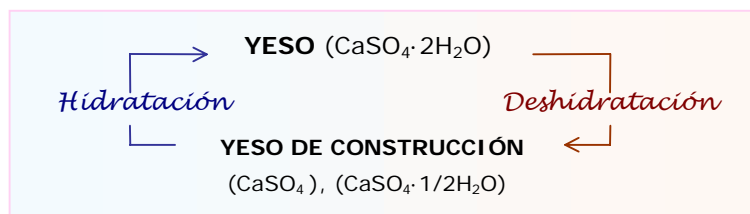


Fig. 13. Ciclo de los procesos de deshidratación-hidratación del yeso. El yeso natural (dihidrato) se deshidrata, pudiendo rehidratarse y transformarse nuevamente en la forma dihidrato. Este ciclo puede repetirse sucesivas veces.

Así, este yeso es denominado «biscocho» por Pseudo-Juanelo Turriano, que indica que el material, utilizado nuevamente, se caracteriza por resultar especialmente duro e inalterable frente a la acción de la humedad

[...] el yesso que una vez ha sido puesto en obra y buuelto a cozer es maravilloso para fundamentos y donde ay humedades que se defiende, que no entra en el, porque cobra una cierta dureza como piedra es para hazer suelos muy excelentissimo este yeso biscocho, porq' jamas se desgrana, ni se quebraja, ni le penetra humedad en el; este hyesso durale mucho el cuajarse, mas dempues se quajado se buelve como un hierro, que no sera bastante ninguno á hincar un clavo en el suelo hecho de hiesso biscocho.²⁶⁰

Con este mismo nombre lo designa Fray Laurencio de San Nicolás, que sin embargo indica que el yeso así obtenido, según su propia experiencia, era de inferior calidad:

Hazese otro yeso de lo mismo que de los edificios se quita, tornandolo a recocer, que en el Reyno de Aragon llaman vizcocho; y esto quantas mas vezes se recuece, tanto es mejor: mas no en todas las tierras es vna misma conueniencia: porque yo hize la experiencia en Madrid, tierra donde aprendi esta facultad, y no tenia la fuerça que lo demas.²⁶¹

²⁶⁰ TURRIANO, Pseudo-Juanelo, *op. cit.*, vol. II, p. 475.

²⁶¹ SAN NICOLÁS, Fray L. de, *op. cit.*, p. 90.

A este autor remite Benito Bails para confirmar la escasa bondad de este yeso, del que señala, además, que:

[...] ya no puede servir mas que de ripio ó repleno en algunas partes de los edificios, á modo de yesones.²⁶²

P. C. Espinosa subrayaba el aprovechamiento de los yesones de los derribos para elaborar un yeso que resultaba ser más ligero y que a la vez absorbía menor cantidad de agua²⁶³. Por su parte, F. B. y B. aludía a este reaprovechamiento del yeso de forma similar:

En algunos puntos de Francia en que el yeso es poco abundante, someten los yesones de los derribos a una nueva coccion, y está probado que el producto resultante es mas ligero que el nuevo y absorve menos agua.²⁶⁴

Una vez cocido el yeso, se procedía a su trituración. Ya se ha hecho referencia a la necesidad de proporcionar al yeso una temperatura adecuada, no sólo con el fin de que después fraguara convenientemente, sino además de modo que facilitara su molienda, ya que su cocción hacía que resultara más blando. Alfonso X el Sabio hacía referencia a la relativa facilidad del proceso, al indicar que se trataba de una piedra «ligera de quebrantar»²⁶⁵.

*Molienda del
yeso*

Pseudo-Juanelo Turriano describe dos sistemas para pulverizarlo. Uno de ellos se basaba en el empleo de un molino a sangre, denominado «ruello», constituido por dos piedras circulares, una de las cuales es movida por tracción animal (en la figura 14 se muestra una imagen de este tipo de molino). El otro sistema se fundamentaba en la molienda del material mediante el empleo de lo que denomina «palos» y que quizás fueran «mazas», del tipo de las que muestra en algunos de sus dibujos:

[...] dempues de cozida se saca del horno y se haze pedazos pequeños unos hay q' la muelen y otros que la majan con unos palos.

²⁶² BAILS, B., *op. cit.*, pp. 167-168.

²⁶³ ESPINOSA, P. C., *op. cit.*, p. 161.

²⁶⁴ F. B. y B., *op. cit.*, p. 197.

²⁶⁵ ALFONSO X EL SABIO, *op. cit.*, 266, pp. 150-151.

Los que la muelen no con molino de arina mas con un ruello como quien muele olivas.²⁶⁶



Fig. 14. Molino para yeso descrito por Pseudo-Juanelo Turriano²⁶⁷.

Juan de Torija en su *Tratado breve sobre las ordenanzas de la Villa de Madrid y policía de ella* (1661) alude al empleo de palancas en la molienda del yeso. Este autor da testimonio del ruido y dolores de cabeza que el sistema ocasionaba a los vecinos de Madrid:

Trahen consigo los alfares, el continuo humo de su fuego, el rezelo de quemarse las casas vecinas, las yaserías, los dolores de cabeza; y el ruido que se causa, quando á fuertes golpes de palancas se sutiliza, y molesta à los vecinos [...]²⁶⁸

A este mismo sistema de pulverización del yeso se refiere Fray Laurencio de San Nicolás. Este autor señala que, una vez cocido el yeso y como paso previo a su molienda, debía raerse el humo de las piedras, hasta dejarlas muy blancas. Tras este proceso, se machacaba, preferiblemente con palancas de madera

Hase de machacar el yeso con palancas de madera, que lo demas no es tan prouechoso.²⁶⁹

Respecto a este sistema de trituración, Benito Bails indica que las palancas producían el machaqueo tosco del material²⁷⁰.

²⁶⁶ TURRIANO, Pseudo-Juanelo, vol. II, p. 474.

²⁶⁷ *Ibidem*, vol. II, p. 476.

²⁶⁸ TORIJA, Juan de: *Tratado breve sobre las ordenanzas de la Villa de Madrid y policía de ella* (reprod. facs. de la ed. de 1760, ed. princ. de Madrid, 1661, impresa en la Casa de Pablo del Val), Valencia, Albatros, 1979, p. 139.

²⁶⁹ SAN NICOLÁS, Fray Lorenzo de, *op. cit.*, pp. 90-90v.

Ya se ha hecho referencia a que el sobrecalentamiento del yeso facilitaba su trituración, a pesar de que mermaba la calidad del producto obtenido. Ardemans indica que, en estos casos, la trituración podía llevarse a cabo incluso con los pies. Por otra parte, este autor y Villanueva se refieren también al uso de palancas para este fin²⁷¹ (fig. 15). El último indica:

Calcinado que sea el yeso, se machaca, golpeándole con unas mazas de madera llamadas palancas [...] y después se cierne para quitarle toda la piedrezuela que ha quedado cruda llamada granza, y ponerle en estado de gastarle.²⁷²

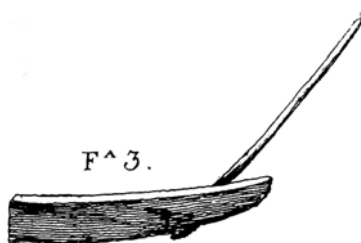


Fig. 15. Palanca descrita por Juan de Villanueva y aportada en su *Arte de albañilería*, de fines del siglo XVIII o comienzos del XIX²⁷³.

F. B. y B. se refiere igualmente a los diversos útiles empleados en la época (1863) para la trituración del yeso. En concreto alude al empleo de mazos, palancas o pisones de madera, que pueden estar herrados. El autor señala que, de todos ellos, el más empleado era el de las palancas, descritas como

[...] una maza de encina, larga de un pie, con mango oblicuo.²⁷⁴

Otros sistemas, según este mismo autor, eran los siguientes:

En algunas provincias se hace el molido del yeso por medio de batanes comunes compuestos de un cilindro horizontal con alaves

²⁷⁰ BAILS, Benito, *op. cit.*, p. 166.

²⁷¹ VILLANUEVA, Juan de., *op. cit.*, pp. 63-64. Cfr. también ARDEMANS, Teodoro, *op. cit.*, p. 198.

²⁷² VILLANUEVA, Juan de, *op. cit.*, pp. 63-64.

²⁷³ *Ibidem*, lam. I, fig. 3.

²⁷⁴ F. B. y B., *op. cit.*, p. 197.

alternados, que al girar hacen levantar los mazos, los cuales machacan el yeso colocado en un cajon que hay en la parte inferior. Comunmente los molinos de las yaserías son ruedas cónicas de piedra que giran en un espacio circular, cuyo piso guarda la inclinación del centro a la circunferencia.²⁷⁵

Y a estos mismos sistemas se refiere Ricardo Marcos y Bausá. Además del molido más o menos mecanizado, alude aún al manual:

Se conoce con el nombre de yeso el resultado que se obtienen haciendo perder á las piedras yesosas [...] el agua que contienen, reduciéndolas despues á polvo fino por medio del molido, á brazo, con mazos manejados por operarios, ó bien con batanes y molinos de diversas formas.²⁷⁶

*Utilización
pronta del yeso
tras su molienda*

Una vez pulverizado el yeso, debía utilizarse prontamente. Así lo indican algunos autores, refiriéndose al ámbito de la construcción. Entre ellos, Pseudo-Juanelo Turriano señala:

El hiesso despues de ser coçido conviene molerle y hazerle polvos y çernerlo para ponerlo en obra [...]²⁷⁷

Por su parte, Fray Laurencio de San Nicolás aconseja:

Solo aduerto, que el yeso no se detenga despues de cocido, sino lo menos que pudieres, especialmente en tiempos de frios, que aun dà mas lugar en el Verano; y dilatado en el gastar, se conuierte en tierra: assi, que se gaste luego, y se procure tener amontonado en la mayor cantidad que se pudiere, que assi se conserua mas tiempo.²⁷⁸

Juan de Villanueva también indicaba, como se recordará, que es preferible gastar el yeso «recién calcinado»²⁷⁹.

²⁷⁵ *Ibídem.*

²⁷⁶ MARCOS Y BAUSÁ, Ricardo, *op. cit.*, p. 44.

²⁷⁷ TURRIANO, Pseudo-Juanelo, *op. cit.*, vol. II, p. 476.

²⁷⁸ SAN NICOLÁS, Fray Laurencio de, *op. cit.*, p. 89v.

²⁷⁹ VILLANUEVA, Juan de, *op. cit.*, p. 63.

F. B. y B. concede igualmente importancia a esta particularidad, pero especialmente si el yeso está molido. Si aún se encuentra en forma de piedra, debe exponerse al aire:

El yeso no debe emplearse inmediatamente de calcinado, es menester esponerle á la accion del aire durante unos dias, mientras se conserva en terron, pues reducido á polvo le es sumamente perjudicial, en particular si el aire es húmedo por cuanto le absorve y se reblandece.²⁸⁰

De esta especial protección que requiere el yeso da cuenta Ventura Ferrada cuando indica:

debe preservársele del aire, mucho mas si éste es húmedo, puesto que absorbiendo agua y aireado es perjudicial. Debe emplearse solo en parajes secos.²⁸¹

Ricardo Marcos y Bausá también se refiere a la aireación del yeso (no especifica si se trata de piedra o polvo), ya que

Si se amasa á poco tiempo que sale del horno, suele fraguar tan pronto, que no da lugar para hacer esta operación convenientemente y usarle, por cuya razon es necesario dejarle airear algun tiempo,²⁸²

Los consejos de estos autores se deben a que el yeso hemihidrato y la anhídrita pueden rehidratarse en contacto con la humedad del aire, perdiendo o reduciendo su capacidad de fraguado en el momento en que va a utilizarse²⁸³. Para poder emplearlo en buen estado, Benito Bails se refiere al empleo de «pipas ó tinajas muy tapadas» para conservarlo o cocer el yeso en la obra «a medida que se necesitare»²⁸⁴. Su almacenaje, por tanto, debía realizarse en lugares secos, como indican un anuario de construcción de 1867²⁸⁵ y aconsejan Ventura Ferrada y Ricardo Marcos y Bausá. Este último autor señala que debía almacenarse en locales de suelo

²⁸⁰ F. B. y B., *op. cit.*, p. 46.

²⁸¹ FERRADA, Ventura, *op. cit.*, p. 96.

²⁸² MARCOS Y BAUSÁ, Ricardo, *op. cit.*, p. 46.

²⁸³ WIRSCHING, F.: *Sulfato de calcio*, (trad. del alemán al castellano por M^a Carmen Díez Reyes), Madrid, ATEDY, 1996, p. 25.

²⁸⁴ BAILS, Benito, *op. cit.*, p. 166.

²⁸⁵ M. M., *op. cit.*, p. XII.

seco, regando los montones de modo que se formara una costra que aislara el interior. Este autor se refiere, asimismo, al transporte del yeso en toneles o costales en carros entoldados, procurando no se vieran afectados por el sol o la humedad ambiental²⁸⁶.

Contaminación
del yeso

Las posibles impurezas contenidas en el yeso podían deberse a la utilización de un material de partida más impuro o bien a su contaminación, intencionada o accidental, durante el proceso de calcinación o de molienda. De esta última práctica dan cuenta numerosos textos, que se remontan incluso al siglo XVI.

Así, las *Ordenanzas de Granada de 1552* indican:

Item hablaron en que en el hazer del yesso y quemarse tiene mala manera y forma echando tierra despues del horno cosido/echando cajas de tierra diziendo que para tomar el huego mandaron que de aqui adelante qualquier persona que hiziere yesso no sea osado de echar el ni otro por el capa de tierra ni al moler ni al majar ni en otra manera alguna saluo que la tal capa para tomar el huego sea que lo tomen con las grancias del yesso que queda o con el poluo y astillas que se hazen al tiempo quel yesso en piedra se saca de la cantera y no con otra cosa alguna.²⁸⁷

Este texto alude a la práctica reseñada por F. B. y B. que, como se recordará, indicaba que una vez cocido el yeso, debían colocarse pequeños fragmentos de este material en todos los huecos existentes entre las piedras, de modo que se concentrara el calor. El texto de estas ordenanzas prohíbe que, para este fin, en lugar de esta piedra se empleara tierra, lo que daría lugar a la contaminación del material a la par que éste podría resultar más económico al fabricante. Por ello, se recomienda el empleo de los restos de yeso que se desprenden durante su extracción de la cantera, a los que denomina «grancias», «poluo» y «astillas».

Las *Ordenanzas de Burgos de 1615* ya se refieren a la mezcla de yeso con tierra o arena como una práctica claramente fraudulenta:

Otrosi, por quanto auemos sido informados, que en el yelso que a esta ciudad se trae a vender; se hezen cada dia muchas cautelas [...] en especial que embueluen tierra con el yelso, y lo majan mal, a cuya causa

²⁸⁶ MARCOS Y BAUSÁ, R., *op. cit.*, p. 46.

²⁸⁷ *Ordenanzas de Granada de 1552*, *op. cit.*, pp. CCXXXIV-CCXXXIIr.

lo mas dello es granzas, y se gasta mucha mas cantidad en las labores de lo que es menester [...] mandamos que ninguno de los que venden yelso, sean osados de emboluer con el yelso, tierra, ni arena, ni otra ninguna cosa, so pena que el que lo contrario hiziere, por la primera vez pague el yelso que huuiere en buelto conotra cosa alguna con otro tanto, y por la segunda pague cinco mil marauedis para las obras publicas desta ciudad y por la tercera pague la dicha pena y sea desterrado desta ciudad y su jurisdiccion por cinco años.²⁸⁸

Teodoro Ardemans, en la línea de las *Ordenanzas de Granada de 1552*, exhorta al empleo de yeso en los intersticios de las piedras cuando éstas aún se encuentran en el horno:

Que la capa que se ha de echar al horno solo aya de ser de los tasquiles, y polvo, que de la piedra resulta, quando se parte para armar el horno, y no otra ninguna.²⁸⁹

Ardemans hace también referencia a la contaminación del yeso durante el proceso de molienda. Con el fin de evitarlo, recomienda el empedrado de los suelos donde se realiza esta operación, de modo que no se mezcle con tierra o arena:

Que todo taller donde se machacare el yesso, aya de estàr empedrado, para evitar no se rebuelva con con tierra, ò con arena, como se experimenta; y esto es de muy notable perjuicio à las fabricas, y ganancia para ellos.²⁹⁰

Juan de Villanueva es otro autor que alude a la adulteración del yeso con «tierra, ceniza u otra cosa». Como consecuencia de esta práctica, el yeso tardaba en «tomar cuerpo y fortaleza», es decir, en fraguar. Para evitarlo, como se recordará en la mención previa que se ha hecho a este autor con referencia a la ubicación de los hornos, se aconsejaba la calcinación del yeso en una zona cercana a la obra²⁹¹.

Aún F. B. y B. en el *Manual de albañilería* (1863) menciona la común mezcla del yeso con ceniza y la escasa calidad del producto

²⁸⁸ *Ordenanzas de Burgos de 1615, op. cit., párr. 75.*

²⁸⁹ ARDEMANS, T., *op. cit.*, pp. 198-199.

²⁹⁰ *Ibidem*, p. 199.

²⁹¹ VILLANUEVA, J. de, *op. cit.*, p. 63.

El yeso se suele adulterar mezclándole con cenizas, lo cual rebaja en alto grado su calidad.²⁹²

Por último, en lo que respecta al calentamiento del yeso en los hornos, se aporta un testimonio foráneo, el del tratado *Hermeneia* (1730-1734) de Dionysius de Fournia, que puede considerarse uno de los escasísimos tratadistas del arte de la pintura que explican la cocción del mineral en el horno. Dionysus, a pesar de ser un autor del siglo XVIII, aporta un texto profundamente enraizado en la antigua tradición de la pintura bizantina.

Este autor señala que previamente debía seleccionarse el yeso de forma cuidadosa, escogiendo el más blanco y brillante. A continuación, se calentaba el horno, hasta que adquiría una coloración rojiza. Después, se retiraba el carbón y limpiaba el horno. Por último, se introducía el yeso y cubría con arcilla. Esta última etapa del proceso de calentamiento, en la que se emplea arcilla, se corresponde con la señalada en algunos textos españoles, donde se prohíbe el empleo de este material a la vez que se prescribe el uso de lascas y polvo de yeso en su lugar. Por otra parte, según este autor, si no se había cocido adecuadamente el yeso, la molienda resultaba más laboriosa²⁹³.

Debe subrayarse el hecho de que el material así obtenido no es empleado como yeso grueso. En realidad, el autor lo toma como base para elaborar, mediante su inmersión en agua, el mate, con lo que el calentamiento referido constituye simplemente una fase del proceso completo de elaboración del este otro material.

Para finalizar este apartado, debe ponerse de manifiesto que, aunque con toda probabilidad en la elaboración del yeso grueso se ha empleado yeso utilizado en el ámbito de la construcción, como se ha indicado y es referido por algunos autores, no debe descartarse completamente su fabricación específica para ser empleado en pintura, de forma más cuidadosa que el de construcción, manteniendo una mayor limpieza de los materiales y quizás de acuerdo a un método similar al reseñado por

²⁹² F. B. y B., *op. cit.*, p. 46.

²⁹³ HETHERINGTON, P.: *The Painter's manual of Dionysius of Fournia*, (trad. y com. del cod. Gr. 708 de la Biblioteca Saltykov-Shchedrin State Public Library de Leningrado), Londres, The Sagitarius Press, 1978, p. 6.

Dionysius de Fournia, que incluía la limpieza del horno antes de volver a introducir el yeso para su calentamiento²⁹⁴.

IV. 1.2. 2. Métodos tradicionales de elaboración del yeso mate

Como se ha venido indicando, la fabricación del yeso mate se basa en el proceso de fraguado del yeso cocido. Este proceso es similar al aplicado al yeso de construcción, pero se llevaba a cabo de acuerdo a unas condiciones especiales²⁹⁵.

Dentro del ámbito de la construcción, antes de proceder a la mezcla del yeso con agua para su fraguado, era práctica común, como paso preliminar, la criba del yeso cocido previamente machacado. De ello dan testimonio autores como Andrés de Laguna, en su comentario al *De materia medica* de Dioscórides, donde indica que el material que iba a ser utilizado para blanquear las paredes, tras ser quemado, era molido y cernido²⁹⁶. Pseudo-Juanelo Turriano, además de señalar la conveniencia de su cernido, aporta los dibujos de algunos de los útiles utilizados para este fin (figura 16).

*Cribado del yeso
una vez cocido*

Fray Laurencio de San Nicolás alude también al tamizado del yeso blanco utilizado con la misma finalidad que señalaba Andrés de Laguna; para ello, se emplearían cedazos²⁹⁷. Juan de Villanueva refiere que se cernía para eliminar la parte de la piedra de yeso que había quedado sin cocer; estos fragmentos, al ser más duros, una vez molido o machacado el yeso, serían quizás también los de mayor tamaño, con lo que podrían ser eliminados mediante su criba:

²⁹⁴ Debe señalarse, sin embargo, que este autor recomienda el empleo de arcilla para cubrir el yeso, con lo se incrementaría la proporción de impurezas en el yeso mate.

²⁹⁵ Más adelante, en el capítulo correspondiente a la reproducción de los sistemas de fabricación del yeso siguiendo la metodología establecida en los tratados antiguos, se describen ampliamente todas las variables a tener en cuenta en estos procesos de transformación.

²⁹⁶ DIOSCÓRIDES, Pedacio, *op. cit.*, cap. XCII, p. 391.

²⁹⁷ SAN NICOLÁS, Fray Laurencio de, *op. cit.*, p. 90v.

Calcinado que sea el yeso, se machaca [...] y después se cierne para quitarle toda la piedrezuela que ha quedado cruda llamada granza, y ponerle en estado de gastar.²⁹⁸

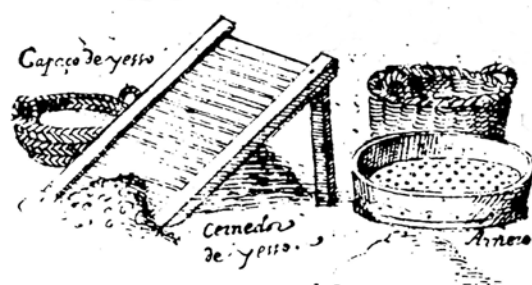


Fig. 16. Útiles para cerner yeso de acuerdo a Pseudo-Juanelo Turriano²⁹⁹.

*Fraguado
del yeso*

Con referencia al proceso de fraguado del yeso, ya Teofrasto aludió al mismo, de igual manera que se refirió a la cocción. Primeramente, según este autor, el yeso se tritura, se sumerge en agua y agita con palos³⁰⁰. Éste es el momento en que el yeso se rehidrata al recuperar las moléculas de agua que previamente habían sido eliminadas en su cocción. El proceso es exotérmico, por lo que va acompañado de desprendimiento de calor, como también Teofrasto indica.

Este autor, de igual manera otros, entre los que se encuentra Plinio³⁰¹, señalan que el yeso debe utilizarse inmediatamente, ya que endurece con prontitud. Entre estos autores, Ventura Ferrada, mucho después en su *Tratado elemental de las rocas* (1868) indica:

Debe emplearse inmediatamente, pues si no se endurece y no podría usarse [...] ³⁰²

²⁹⁸ VILLANUEVA, Juan de, *op. cit.*, pp. 63-64.

²⁹⁹ TURRIANO, Pseudo-Juanelo, *op. cit.*, vol. II, p. 476.

³⁰⁰ THEOPHRASTUS, *op. cit.*, IX, 66, pp. 82-83.

³⁰¹ Algunos de estos datos constituyen el aval que confirma que Plinio había leído a Teofrasto. BAILEY, K. C., *op. cit.*, parte II, liber XXXVI, sect. 59, 183, pp. 142-143. PLINIO EL VIEJO, *op. cit.*, [183], p. 128. HERNÁNDEZ, Francisco: *Historia natural de Cayo Plinio Segundo*, (trasladada y anotada por Francisco Hernández en el siglo XVI, a partir del cap. 26 se aporta la versión de Jerónimo de Huerta, publicada en Madrid por Juan González en 1629), Méjico, Visor libros, 1998, libro XXXVI, pp. 6, 182-183.

³⁰² FERRADA, V., *op. cit.*, p. 96.

Durante su fraguado, el material se adhiere con gran fuerza al material sobre el que se dispone, como también Teofrasto refiere. Esta cualidad es la que ha otorgado al yeso su profusa utilización en numerosos ámbitos, pero fundamentalmente en la construcción.

Adherencia del yeso a la superficie sobre la que se aplica

Θαυμιστή δέ καί ἡ ἰσχὺς· ὅτε γάρ οἱ λίθοι ρήγνυνται καί διαφέρονται, ἡ δέ οὐδαμῶς ἀνίστησι. [Además, es tan extraordinaria su fuerza, que cuando las piedras [de un edificio] se rompen y caen, el yeso no se separa de ellas.].³⁰³

A la gran dureza que adquiere el yeso fraguado alude Alfonso X el Sabio:

Cuando es molida y mezclada con alguna cosa, endurece luego y hácese piedra, por lo que la meten los físicos mucho en las medicinas que son secantes.³⁰⁴

Pseudo-Juanelo Turriano añade algunos datos más sobre el endurecimiento del material cuando refiere cómo, una vez molido el yeso tras su cocción

[...] hase de massar de poco en poco, porque si se massase mucho, luego se enduresçeria, y no valdria nada [...].³⁰⁵

Además, aporta algunos dibujos del equipamiento utilizado en el proceso (figura 17).

La alusión de este autor a la adición pausada de yeso al agua está motivada por diferentes razones. La más inmediata tiene relación con el hecho de que una vez que se ha completado el proceso de fraguado, el material no resulta útil para su empleo en la construcción. Por tanto, si la cantidad preparada ha sido excesiva y no ha podido ser utilizada en su totalidad, la parte sobrante no podrá ser empleada posteriormente, ya que su endurecimiento ya ha tenido lugar, y en consecuencia no se va a producir sobre los materiales a unir o las zonas, en general, donde se desea aplicar. Otra razón muy importante tiene relación con el proceso de mezcla del yeso con el agua. A este efecto se hará referencia más adelante.

Adición pausada de yeso al agua durante su amasado

³⁰³ THEOPHRASTUS, *op. cit.*, IX, 66, pp. 82-83. Esta traducción ha contado con el asesoramiento de D. Stefanos Kroustallis.

³⁰⁴ ALFONSO X EL SABIO, *op. cit.*, 266, pp. 150-151.

³⁰⁵ TURRIANO, Pseudo-Juanelo, *op. cit.*, vol. II, p. 476.

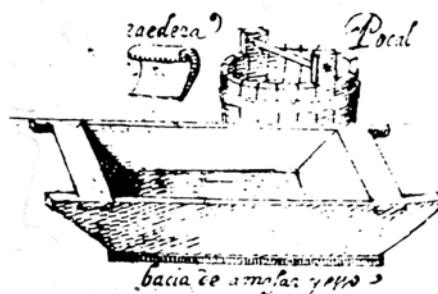


Fig. 17. La imagen corresponde, como el propio Pseudo-Juanelo indica, a una bacia para amasar yeso. A su lado puede observarse un pozal con el se extraería el agua de los pozos o simplemente se acarrearía el agua necesario. La raedera servía para mezclar y amasar yeso y agua y limpiar el recipiente de amasado³⁰⁶.

Juan de Villanueva también alude a la presteza con que debe emplearse el material, antes de que endurezca:

[...] mezclándole con agua se forma una masa, que gastada con prontitud, dándole la figura que se quiere, toma cuerpo y se endurece sin dilación.³⁰⁷

Asimismo, describe con todo detalle el modo más usual de empleo en su época:

Hallándose el oficial dispuesto para gastarle, un peon práctico vierte en el cuezo el agua suficiente, que debe ser proporcionada á la cantidad de masa que el oficial pide. En esta agua echa el peon el polvo de yeso correspondiente, y lo revuelve todo junto, une y traba con las manos hasta dejarlo bien incorporado y pasado del agua con la blandura ó consistencia que se necesite, según el uso que se ha de hacer. Puesta la masa en esta disposicion, el peon sin pérdida de tiempo alarga con sus dos manos una pellada al oficial, que la recibe ya con la masa de la cantidad que se le pide. Los Italianos y Catalanes no le gastan con las manos inmediatamente, sino con la paleta, con la cual lo amasan y su cuezo con una tablilla en forma de medio círculo llamada rahedera [...]³⁰⁸

³⁰⁶ *Ibidem*.

³⁰⁷ VILLANUEVA, J. de, *op. cit.*, p. 63.

³⁰⁸ *Ibidem*, p. 64.

F. B. y B. continúa en la línea de los anteriores autores, haciendo especial hincapié en las directrices ya referidas por Pseudo-Juanelo Turriano relativas a la lenta incorporación del yeso al agua

Se amasa el yeso echando en la artesa el agua necesaria, y sobre esta, aquel en cortas cantidades pero sin interrupcion, esparciéndole con la paleta y estrujando con los dedos las partes solidificadas o *apegotadas*.³⁰⁹

Ventura Ferrada indica:

Para amasar el yeso, se echa primero el agua en el cuezco ó artesa, y despues se va vertiendo el yeso poco á poco; esparciéndole con la paleta, y cuando empieza á espesar, se le revuelve con la misma paleta deshaciendo las partes apegotadas.³¹⁰

Ricardo Marcos y Bausá se refiere también a la adición lenta del yeso al agua, dispuesta previamente en el cuezco, agitándolo con la raedera o con paletas de cobre. Este autor señala que antes de amasar yeso de nuevo, debía limpiarse el cuezco con la raedera, con el fin de eliminar los restos de yeso fraguado³¹¹.

En los casos mencionados, la alusión a la lenta incorporación del yeso puede derivar del hecho de que si se añade una cantidad excesiva, posiblemente no todas las partículas puedan entrar en contacto con el agua para fraguar. Si durante los primeros momentos del proceso existen fragmentos de yeso sin agitar, éstos endurecerán únicamente en su parte exterior, es decir, en las zonas de contacto con el agua, dando lugar a la formación de grumos parcialmente fraguados. Por otra parte, el yeso debe añadirse lentamente, controlando que se dispone de la cantidad adecuada de agua ya que, si ésta resulta insuficiente algunas partículas de yeso pueden endurecer rápidamente.

F. B. y B. se refiere precisamente a la cantidad de agua añadida, que puede retrasar o acelerar su endurecimiento:

Cuando se echa el agua puramente necesaria, es indispensable emplearle inmediatamente despues de amasado, porque de retardar la

³⁰⁹ F. B. y B., *op. cit.* p. 46.

³¹⁰ FERRADA, V., *op. cit.*, p. 96.

³¹¹ MARCOS Y BAUSÁ, R., *op. cit.*, pp. 47-48.

operación, se endurece y no agarra bien; si el agua está en exceso, puede esperarse á que trabe y en este punto se emplea con buen éxito.³¹²

Este autor también muestra mediante los correspondientes dibujos los útiles empleados en el proceso (figura 18).

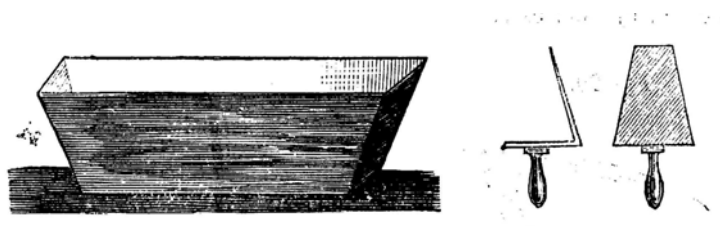


Fig. 18. A la izquierda puede observarse el recipiente o «cuezco», de madera, que F. B. y B. denomina «artesa», empleado para amasar el yeso³¹³. A la derecha se aparece la «paleta o palaustre»³¹⁴.

*Cantidad de
agua a emplear
en el amasado
del yeso*

La cantidad idónea de agua a utilizar, según este autor, es de 3/4 del peso del yeso cocido³¹⁵. Con estas proporciones y, tras ser amasado, el yeso debería fraguar al cabo de algunos minutos. F. B. y B. aporta otras consideraciones relativas a la calidad del material resultante:

Si la consistencia no se efectúa y el yeso se precipita al fondo del vaso en que se hace el ensayo en estado pulverulento y arenoso, es prueba de que ha sido mal preparado por falta ó exceso de coccion: [...] Cuando el yeso ha sido bien quemado, tiene la pasta cierta untuosidad y se adhiere á los dedos: en caso contrario no absorbe el agua con avidez, y al amasarlo se coagula y forma granos, agrietándose los enlucidos que se hacen con él.³¹⁶

Ricardo Marcos y Bausá prescribe la misma relación entre la cantidad de agua y la del yeso cocido, y además aporta una prueba de su calidad, prácticamente

³¹² F. B. y B., *op. cit.* pp. 46-47.

³¹³ El autor describe este recipiente indicando que sus medidas son «[...] tres pies de largo, uno y medio de ancho y otro tanto de profundidad». *Ibidem*, p. 60.

³¹⁴ Se describe este útil como construido en cobre, acero o hierro, indicando que sirve para «[...] remover el yeso y amasarlo en el cuezco, y para echar la argamasa en las paredes de la construcción». *Ibidem*, pp. 66-67.

³¹⁵ *Ibidem*, p. 45.

³¹⁶ *Ibidem*, pp. 45-46.

idéntica a la reseñada por el autor anterior³¹⁷. Asimismo, este autor señala que el yeso negro empleado para tabicar y guarnecer se mezcla con menor cantidad de agua que el blanco, denominándose la operación «amasar espeso». Así, el yeso tosco de criba se emplea en la siguiente proporción: para cinco partes de yeso en volumen se añaden tres y media de agua. El yeso blanco, utilizado en los blanqueos, se amasa con mayor cantidad de agua, empleándose cinco partes de yeso por seis de agua también en volumen. La diferencia en la cantidad de agua añadida está relacionada, por tanto, con su calidad y funcionalidad. En el caso del yeso negro se requiere un material con fuerza, mientras que para el blanco, además de su blancura, es deseable se extienda fácilmente sobre el muro. El autor advierte que si el agua es excesiva

[...] se mata el yeso, como vulgarmente se dice, resquebrajándose y desconchándose al secarse;³¹⁸

Efectivamente, el exceso de agua hace que las partículas de yeso se separen. En este último caso el material sería muy similar al yeso mate, en el que los cristales no traban estrechamente unos con otros, con lo que el yeso pierde fuerza.

Otra de las transformaciones que experimenta el material tras su fraguado es un ligero aumento de volumen, estimado por algunos autores como F. B. y B., Ventura Ferrada y Ricardo Marcos y Bausá en 1% a las 24 h³¹⁹. Este incremento se debe a la recuperación de las moléculas de agua perdidas durante la cocción del yeso y a la transformación producida en la morfología y disposición de los cristales, como se ha indicado anteriormente³²⁰.

*Aumento de
volumen tras el
fraguado*

Con respecto a la elaboración del yeso mate, ya se ha indicado que se trata de un material obtenido en unas condiciones específicas. Asimismo, como se recordará, las referencias a estas disposiciones especiales parecen ser exclusivas de los tratados artísticos, y fundamentalmente, de los apartados dedicados al dorado al agua bruñido

*Elaboración de
yeso mate*

³¹⁷ MARCOS Y BAUSÁ, R., *op. cit.*, p. 45.

³¹⁸ *Ibidem*, p. 47.

³¹⁹ Cfr. F. B. y B., *op. cit.* p. 47, FERRADA, V., *op. cit.*, p. 96 y MARCOS Y BAUSÁ, R., *op. cit.*, p. 48. Como se indicó en el capítulo II, dedicado a materiales, estequiométricamente, la cantidad de agua necesaria para el fraguado en relación al la del yeso de partida deberá ser de, aproximadamente, el 16,9% si se trata de hemihidrato ($\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$) y alrededor del 26,4%, si se parte de anhidrita (CaSO_4). No obstante, para lograr un buen fraguado es conveniente superar esta cantidad.

³²⁰ El proceso de hidratación lleva consigo un aumento de volumen y la consiguiente variación de la estructura cristalina.

de los retablos. De estas premisas podría deducirse que este yeso era de uso único o preferente en el ámbito artístico y especialmente útil para dorar.

La aplicación de las condiciones aludidas daba lugar a la obtención de un yeso que presenta una morfología peculiar, diferente de la que podría observarse en un yeso de construcción que, como se ha indicado, al fraguar adquiriría una gran dureza. Esta cualidad no facilitaba el bruñido del oro, mientras que el yeso mate, más blando, proporcionaba una superficie suave y elástica, idónea para este fin.

Para su fabricación, el yeso cocido previamente se molía y cribaba. Algunos autores se refieren a este punto, entre los que se encuentra Cennino Cennini (*Il libro dell' arte*). Concretamente, el capítulo CXVI se refiere a la elaboración del «gesso sottile» utilizado para preparar las tablas de los retablos –que en su época solían presentar aún fondos dorados– y las molduras. Este autor indica que debía emplearse el yeso de Volterra, que es el mismo empleado en la elaboración del «gesso grosso» o yeso grueso

[...] purgato ed é tamigiato a modo di farina.[...] purgado y tamizado como si fuese harina.]³²¹

Primeramente, el
yeso cocido se
cribaba

También Felipe Nunes en su *Arte poetica, e da Pintura, e symetria, com principios da perspectiva* (1615) y Francisco Pacheco, aluden a este punto. El primero indica que el yeso a emplear para elaborar el yeso mate ha de ser «moydo & peneirado» (molido y cribado). Este autor alude al empleo, para este fin, de «gesso comum» (yeso común), el mismo que se aplica a modo de yeso grueso³²². El hecho de que Nunes se refiera al yeso grueso como común refuerza la hipótesis del empleo del yeso de construcción en el ámbito del dorado sobre tabla. Pacheco, por su parte, señala:

[...] ha de ser de espejuelo, fresco y bien molido, cernido con cedazo, o tamiz muy delgado, en un lebrillo grande [...] ³²³

³²¹ CENNINI, C., (1913), *op. cit.*, cap. CXV, pp. 81-82. CENNINI, C., (1988), *op. cit.*, cap. CXV, pp. 155-156.

³²² NUNES, Felipe: *Arte poetica, e da Pintura, e symetria, com principios da perspectiva*, Lisboa, Pedro Crasbeeck, 1615, p. 68r. Debe, por otra parte, indicarse, que Felipe Nunes escribe su *Arte poetica, e da Pintura, e symetria, com principios de perspectiva* cuando Portugal forma parte de la corona española.

³²³ PACHECO, Francisco, *op. cit.*, libro tercero, cap. VII, p. 507.

A continuación, según Pacheco el yeso se sumergía en agua, produciéndose su apagado³²⁴. Hasta aquí, este proceso pudo ser muy similar para el yeso de construcción y el yeso mate. Sin embargo, a diferencia del primero, que se empleaba inmediatamente, dejándose endurecer y secar sobre la superficie donde se aplicaba, el mate se mantenía en agua durante largos períodos de tiempo, con lo que las partículas, en lugar de trabarse, tienden a separarse a la vez que adquieren una morfología diferente del anterior. En el capítulo VI, correspondiente a la reproducción de los métodos de elaboración de este yeso, puede observarse la morfología de ambos tipos, apreciándose claramente sus diferencias, las cuales son responsables de su distinta dureza. Asimismo, al comienzo del capítulo IV. 1.1 se aporta un dibujo esquemático en el que se representa la diferente morfología de ambos tipos de yeso.

Los escasos tratadistas, tanto españoles como foráneos que hacen alusión a la fabricación del yeso mate conceden al tiempo que éste permanece en agua una importancia primordial. Entre éstos, Cennini indica que, tras su fraguado, este yeso debía mantenerse en agua durante el período de un mes³²⁵.

*Larga
permanencia
del yeso en
agua*

Los manuscritos de Jehan Le Begue, de 1431, incluyen información procedente de diversas fuentes. Merrifield señala que las recetas 100-116, entre las que se encuentra una referente a la preparación del yeso fino («gesso sottile») para dorar, habrían sido escritas originariamente por Johannes Archerius en 1410 y copiadas a su vez de un libro prestado por un pintor que vivía entonces en Bolonia, Johannes de Modena. Las indicaciones para la fabricación del «gessum subtile» (yeso fino), correspondientes al capítulo denominado *Experimenta de Coloribus* se asemejan a las que aporta *Il libro dell'arte* de Cennini. Según el texto de Archerius se parte de yeso fino tamizado, que permanece en agua durante el período de un mes, debiendo cambiarse el agua cada día³²⁶.

El manuscrito de Bolonia, *Segreti per Colori*, correspondiente a la primera mitad del siglo XV, constituye un compendio de instrucciones referentes a numerosas prácticas artísticas. Entre las enseñanzas que aporta se encuentra una receta dedicada a la elaboración del yeso que denomina «gesso suctili» (yeso fino). El autor no indica con qué finalidad va a emplearse el yeso así elaborado. Como

³²⁴ El material de partida podría ser yeso blanco, del tipo empleado en la construcción o, en todo caso, yeso de gran pureza, como ya se ha indicado al comienzo de este capítulo.

³²⁵ CENNINI, C., (1913), *op. cit.*, cap. CXVI, p. 82. CENNINI, C., (1988), *op. cit.*, cap. CXVI, p. 156.

³²⁶ MERRIFIELD, M. P., *op. cit.*, vol. I, p. 9, rec. 103, pp. 92-94.

primer paso, recomienda la permanencia en agua del yeso (del que no refiere que hubiera sido calentado previamente) durante cinco días³²⁷.

Felipe Nunes, al describir el proceso de elaboración del yeso mate, prescribe la permanencia del yeso en agua durante un período de 10 días³²⁸.

Francisco Pacheco es otro de los autores que hace referencia a este tema en su *Arte de la pintura*, concretamente en el capítulo VII del libro tercero cuando alude a los procedimientos empleados en el dorado bruñado, que entonces, más que en las tablas, se aplicaba en las molduras de los retablos. Este autor indica que se empleaba yeso mantenido en agua durante un largo período de tiempo, inferior al referido por Cennini, pero superior al indicado en el *Manuscrito boloñés*, y similar al requerido por Felipe Nunes, siendo estimado esta vez en 10 o 15 días³²⁹. De igual manera que otros autores, como Nunes o Cennini, tampoco indica Pacheco que se parta de un yeso sometido a calentamiento previo; sin embargo, es evidente que se daba esta circunstancia, ya que el yeso no puede rehidratarse si no ha perdido, mediante tratamiento calórico, al menos parte de su agua de hidratación. En este sentido, debe indicarse que, en numerosos casos, los autores que utilizan el término «yeso», sin indicar si se trata del material en su estado natural o cocido, se refieren en realidad a este último.

Francisco Pacheco señala que el yeso empleado debía estar molido y ser «fresco». Este último vocablo probablemente hace alusión a su reciente calentamiento. Ya se ha hecho referencia a que algunos autores advierten que el yeso debía utilizarse sin tardanza tras su cocción, ya que la humedad ambiental podía dar lugar a su rehidratación parcial, antes de utilizarse, con lo que habría perdido calidad. Por otra parte, en la elaboración de este tipo de yeso Pacheco recomienda, de igual manera que otros autores que se referían al ámbito de la construcción, añadir el yeso poco a poco al agua³³⁰.

Manuel Sáenz se refiere en su *Manual teórico-práctico del pintor, dorador y charolista* (1902) al yeso mate como uno de los materiales empleados para el dorado al agua de superficies de madera. Describiendo su elaboración, este autor reduce aún más la permanencia en agua del yeso, en concreto yeso blanco, a «dos ó tres días».

³²⁷ *Ibidem*, vol. II, rec. 213, pp. 490-493.

³²⁸ NUNES, Felipe, *op. cit.*, p. 68r.

³²⁹ PACHECO, Francisco, *op. cit.*, libro tercero, cap. VII, p. 507.

³³⁰ *Ibidem*.

Se hace echando el yeso blanco en agua hasta que crezca y se mate bien; una vez conseguido esto, después de dos ó tres días de estar en agua [...]³³¹

Por fin, Eugenio Herranz García en *El arte de dorar* (1959) y con referencia a la elaboración del yeso mate, señala su permanencia en agua únicamente durante los primeros momentos de rehidratación del yeso, cuando más crece y va perdiendo su fuerza tras añadir agua en exceso. Después, se deja secar el material³³². Según este autor, lo vendían en terrones y el dorador se encargaba de rallarlo.

Otra de las pautas señaladas por algunos autores para elaborar el yeso mate es su agitación, no sólo durante los momentos en que se rehidrata –como ocurría con el de construcción– sino también posteriormente, en tanto se mantiene en agua. Aunque Cennino Cennini³³³ y Manuel Sáenz no aportan este dato, el autor del *Manuscrito boloñés* parece señalarlo para ambas etapas o, al menos, para la última, ya que señala que debe mezclarse con agua y que la agitación debía efectuarse 3 o 4 veces cada día durante los 5 días que había prescrito de permanencia del yeso en agua

*Agitación
del yeso
durante su
permanencia
en agua*

A fare gesso succili.- Piglia la chiavarda del gesso lucido et metila a mollo in uno vaso sicche laqua stia disopra al gesso et miscola molto bene omne di 3 o 4 volte et in capo de 5 di [...]³³⁴. [Elaborar yeso fino.- Toma yeso [brillante? puro?] y ponlo en remojo en un recipiente de modo que el agua sobrepase al yeso y mézclalo muy bien 3 o 4 veces al día y al cabo de 5 días [...]].³³⁵

³³¹ SÁENZ Y GARCÍA, Manuel, *op. cit.*, p. 220.

³³² HERRANZ, Eugenio, *op. cit.*, p. 79.

³³³ Respecto a las transcripciones y traducciones del original de Cennini, B. Federspiel y otros defienden que Cennini había prescrito la renovación o adición periódica del agua en lugar de su agitación, lo cual es factible ya que, especialmente en los meses más cálidos, el agua se evapora y debe añadirse regularmente para evitar que seque, como ha constatado experimentalmente la autora de la presente tesis doctoral. Estos autores defienden que Cennino Cennini podría haber empleado el verbo «rinueva» en lugar de «rimena», empleado en las transcripciones del texto, con lo que el tratado de Cennini querría dar a entender la renovación del agua en lugar de indicar el sometimiento del yeso a agitación diaria. Con ello, las indicaciones de Cennini a este respecto concordarían plenamente con las indicaciones de los textos de Le Begue a los que ya se ha hecho referencia en párrafos anteriores. V. FEDERSPIEL, B., y otros: “Questions about medieval gesso grounds”, *Historical Painting Techniques, Materials, and Studio Practice*, The Getty Conservation Institute, University of Leiden, Países Bajos, 26-29 Junio 1995, pp. 58-64. CENNINI, Cennino, (1913), *op. cit.*, cap. CXVIII, pp. 83-84.

³³⁴ MERRIFIELD, M. P., *op. cit.*, vol. II, rec. 213, pp. 490-493.

³³⁵ Traducción de la autora de esta tesis doctoral.

También el autor de *Experimenta de Coloribus* estipula su agitación diaria durante el mes que el yeso, según el texto, debía permanecer en agua³³⁶.

Felipe Nunes señala que debía agitarse en dos o tres ocasiones cada día³³⁷.

Francisco Pacheco lo indica en ambas etapas:

La menor cantidad de yeso que se puede hacer será un quintal, o una carga; ha de ser de espejuelo, fresco y bien molido, cernido con cedazo, o tamiz muy delgado, en un lebrillo grande; tendrás media tinaja de agua dulce y con un plato se irá echando en la tinaja y otra persona, con un palo redondo que lo sujete, lo irá meneando, a una mano, muy fuertemente [...] y después que esté todo en la tinaja, no se ha de dexar de rodear en buen rato a una mano; hase de menear dos veces al día [...]³³⁸

Todavía F. Pérez Dolz en su *Iniciación a la técnica de la pintura* (1947?) alude a la fabricación del yeso mate, al que denomina «fino». Según el autor se utilizaría para preparar tablas que iban a pintarse al temple, al óleo (si bien en este caso recomienda aplicar además otros estratos, como se verá) y para dorar. Este autor lo define de esta sencilla manera:

[...] no es más que yeso de buena calidad que se ha tenido algún tiempo en agua, removiéndolo de vez en vez hasta quitarle la fuerza y dejarlo fino como un blanco para pintar.³³⁹

Eugenio Herranz describe magníficamente el amasado del yeso en agua y la respuesta del material. Como se ha indicado, este autor, sin embargo, no parece referirse a la permanencia del yeso en agua más allá de estos momentos en que se mata el yeso, si bien indica que cuanto más muerto esté, será mejor:

[...] se compra un saquito de yeso blanco corriente, del que usan los albañiles [...] lo vaciamos en un barreño grande o pila (en un cubo también) [...] añadimos agua y lo amasamos como los albañiles, pero aquí está el asunto, y es que antes de que se nos ponga duro hay que seguir echando agua y moviendo con las dos manos, para mezclarlo

³³⁶ MERRIFIELD, M. P., *op. cit.*, vol. I, rec. 103, pp. 92-94.

³³⁷ NUNES, Felipe, *op. cit.*, p. 68r.

³³⁸ PACHECO, Francisco, libro tercero, cap. VII, *op. cit.*, p. 507.

³³⁹ PÉREZ DOLZ, F. *op. cit.*, p. 51.

todo ello muy bien por igual; cuando se espese, otra vez seguiremos añadiendo más agua, y así varias veces y poco a poco, no mucha agua de un golpe, hasta matar bien el yeso [...] y a fuerza de agua y de moverlo se va matando, y cuanto más muerto esté, mucho mejor, pues estará más blando, y para rallarlo es lo más importante; se ve así que ha quedado a buen temple.³⁴⁰

La finalidad primordial de la agitación, durante su rehidratación y posterior permanencia en el agua, es la de evitar que el yeso endurezca. Esta acción permite, mientras el yeso se rehidrata, que un mayor número de partículas de yeso entren en contacto con el agua, evitando que traben unas con otras.

Algunos autores hacen también referencia a la transformación que experimenta el yeso cuando se convierte en yeso mate. Como se ha indicado cuando se ha hecho referencia al yeso de construcción, cuando el yeso cocido se sumerge en agua sufre un notorio aumento de volumen que no se produce de forma inmediata, sino algunos momentos después de haber sido sumergido en agua y sometido a agitación. Así, Sáenz indica simplemente que el yeso crecía en contacto con el agua, como ha podido comprobarse en la cita aportada en un párrafo precedente³⁴¹. Pacheco, por su parte, señala al respecto:

Aumento de volumen

[...] lo irá meneando, a una mano, muy fuertemente; hase de tener cerca otra vasija con agua para echarle más, si creciere.³⁴²

Efectivamente, cuando el material se mezcla con agua y se rehidrata, se forma una pasta en la que agua y yeso se ligan íntimamente en el proceso de recuperación de las moléculas perdidas durante su calentamiento. Durante este apagado, el yeso espesa progresivamente, de modo que si no se añade agua de forma continua y se agita, endurecería rápidamente. Por tanto, puede que no sea suficiente la contenida inicialmente en el recipiente, con lo que tendría que añadirse más cantidad, concretamente la necesaria para que las partículas de yeso se mantengan separadas. Uno de los fines del mantenimiento del yeso en agua después del proceso de apagado es permitir que las partículas que no hayan entrado en contacto con el agua se hidraten posteriormente. La agitación del material ayuda en este proceso.

³⁴⁰ HERRANZ, E., *op. cit.*, p. 79.

³⁴¹ SÁENZ Y GARCÍA, M., *op. cit.*, p. 220.

³⁴² PACHECO, Francisco, *op. cit.*, libro tercero, cap. VII, p. 507.

*Renovación
periódica del
agua*

Otro de los factores a considerar, prescrito por los autores, es la renovación periódica del agua, quizás con el fin de limpiarla, a la vez que se evitaba también el secado del material y se permitía la rehidratación de las partículas que aún no habían tomado contacto con el agua, como se ha indicado en el párrafo anterior. Cennino Cennini refiere su cambio diario, señalando que el yeso casi prácticamente se secaba³⁴³. Felipe Nunes también lo refiere³⁴⁴. Francisco Pacheco, por su parte, indica:

Hase de menear dos veces al día y la agua que sube arriba se ha de sacar cada día y echarle otra limpia por espacio de diez días, o de quince a lo más largo.³⁴⁵

*Desprendimiento
de calor*

Otra característica del proceso de apagado llevado a cabo para elaborar el yeso mate, es el desprendimiento de calor, aludido por autores como Cennino Cennini. Durante el tiempo que permanece en agua, este autor aconseja:

[...] ed escene fuori ogni focor di fuoco, e viene morbido come seta. [...] deja que desprenda todo su calor y quedará tan suave como la seda.]³⁴⁶

Con estas palabras, en realidad Cennini está recomendando que el yeso fragüe en su totalidad. Por otra parte, la indicación de que el yeso toma un aspecto similar al de la seda, con un blanco levemente irisado y extremada suavidad al tacto, aunque no se haya molido previamente, se ajusta exactamente a la realidad, como posteriormente se indicará en el apartado dedicado a la reproducción de los métodos tradicionales de elaboración de este tipo de yeso.

*Por último, se
dejaba secar el
yeso*

Una vez transcurridos los períodos de tiempo señalados por los autores se retiraba el agua, dejando secar el yeso. A continuación, podía molerse. Cennino Cennini refiere al respecto:

Poi si butta via l'acqua, fassene come pane, lassiasi asciugare; e di questo gesso si vende poi dagli speziali a noi dipintori. [Luego tira el

³⁴³ Cfr. la interpretación de estos datos en FEDERSPIEL, B., y otros, *op. cit.*, p. 61, CENNINI, C., (1913), *op. cit.*, cap. CXVI, p. 82 y CENNINI, C., (1988), *op. cit.*, cap. CXVI, p. 156.

³⁴⁴ NUNES, Felipe, *op. cit.*, p. 68r.

³⁴⁵ PACHECO, Francisco, *op. cit.*, libro tercero, cap. VII, p. 507.

³⁴⁶ CENNINI, C., (1913), *op. cit.*, cap. CXVI, p. 82. CENNINI, C., (1988), *op. cit.*, cap. CXVI, p. 156.

agua, de forma que quede casi como un pan y déjalo secar; éste es el yeso que venden los especieros para nosotros los pintores.] ³⁴⁷

Como puede comprobarse, aunque ya en época de este autor (fines del siglo XIV) el yeso podía adquirirse en el comercio, autores muy posteriores como Francisco Pacheco (s. XVII) y Manuel Sáenz (s. XX) siguen describiendo su sencillo proceso de elaboración.

Continuando con las directrices de Cennini, una vez secos los panes, el autor indica:

[...] toglì di questo gesso sottile; a pane a pane mettilo in una catinella d'acqua chiara; lascialo bere quant' acqua e' vuole. Poi il metti a poco a poco in sulla prieta proferitica e, senza mettervi altr' acqua dentro, perfettissimamente il macina nettamente. Poi 'l metti in su 'n on pezzo di panno lino, forte e bianco; e così fa' tanto che n' abbi tratto un pane. [...] toma este yeso apagado o fino; mete los panes en una cubeta llena de agua clara; deja que absorban todo el agua que puedan. Luego colócalos sobre la piedra de moler y, sin añadir más agua, deja que se muelan perfectamente. Después ponlo sobre un paño de lino, fuerte y blanco; y haz lo propio con todos los panes]. ³⁴⁸

Ya antes el monje Teófilo, en su *De diversis artibus* (s. XI-XII) se refirió al empleo de yeso calentado previamente y molido con agua para preparar tablas (el texto no indica si éstas van a dorarse). El autor no menciona sin embargo su apagado en agua ³⁴⁹. Quizás, durante su molienda en agua diera tiempo a la rehidratación de la mayoría de las partículas del material. El operario, presumiblemente, pudo añadir agua a la pasta para facilitar su labor, ya que el material va aumentando progresivamente de volumen. Así pues, las partículas de este yeso podrían presentar la morfología del yeso de construcción o bien la del yeso mate, dependiendo de cómo intervengan en la molienda factores como cantidad de agua añadida, tiempo dedicado a este proceso, etc.

El autor de *Experimenta de coloribus* refiere que, tras el mes de permanencia en agua, se retiraba el agua y depositaba el yeso en un recipiente nuevo, en el cual

³⁴⁷ *Ibidem. Ibidem.*

³⁴⁸ *Ibidem*, cap. CXVII, p. 82. *Ibidem*, cap. CXVII, p. 156.

³⁴⁹ HAWTHORNE, J. G. y STANLEY SMITH, C., *op. cit.*, p. 27.

permanecía con el fin de que reposara. A continuación, se hacían panes y se dejaban secar³⁵⁰.

El *Manuscrito boloñés* señala que, una vez habían transcurrido los cinco días estipulados de permanencia del yeso en agua, se retiraba el agua sobrante. A continuación, aconseja moler el yeso, con el fin de que resulte más fino. Entonces, se hacen panes con el yeso y se dejan secar sobre tejas nuevas o ladrillos. El autor anónimo del recetario advierte, por otra parte, sobre la importancia de preservar los panes del polvo y la suciedad³⁵¹.

Francisco Pacheco, tras el período de permanencia en agua del yeso, únicamente indica

Habiendo pasado este tiempo se le saca el agua y, teniendo las tejas limpias y lavadas, se va echando en ellas con un plato y poniéndolas al sol a secar y se guardan por muchos días.³⁵²

No alude por tanto el autor al cernido o molienda posterior de este tipo de yeso.

Manuel Sáenz refiere un secado muy similar al de los autores anteriores, aunque tras su colado previo. Posiblemente, de esta manera pudieran eliminarse aún ciertas impurezas, pero fundamentalmente los grumos endurecidos de yeso, del tipo de los que se forman cuando no da tiempo a remover ciertas porciones de este material mientras está fraguando, o bien debido a que en algunas zonas no se dispuso de la cantidad de agua suficiente, como se ha señalado anteriormente

[...] después de dos ó tres días de estar en agua, se cuela por un cedazo fino, se vuelve á una vasija donde se pueda sacar todos los días el agua que queda encima, y en quedando en un estado suficientemente trabado, se hacen pastillas puestas sobre tejas ó tablas al sol, y queda hecho el *yeso mate*.³⁵³

³⁵⁰ MERRIFIELD, M. P., *op. cit.*, vol. I, rec. 103, pp. 92-95.

³⁵¹ *Ibidem*, vol. II, rec. 213, pp. 492-493.

³⁵² PACHECO, Francisco, *op. cit.*, libro tercero, cap. VII, p. 507.

³⁵³ SÁENZ Y GARCÍA, M., *op. cit.*, p. 220. Respecto a estos continuos cribados y colados del yeso mate, Antonio Palomino de Castro y Velasco definió el material en estos términos: «El que es más blanco, y fino: y muerto, y purificado». PALOMINO DE CASTRO Y VELASCO, Antonio, *op. cit.*, tomo II, p. 583. Diego Antonio Rejón de Silva repite las palabras de este autor. REJÓN DE SILVA, Diego Antonio, *op. cit.*, p. 215.

Aún este autor indica un nuevo colado del yeso tras ser rallado y mezclado con cola³⁵⁴.

Eugenio Herranz García indica, en su *Arte de dorar*, que el yeso, una vez matado en agua

[...] lo vamos cogiendo con las dos manos, y encima de unas tablas que estén bien limpias lo vamos echando y formando montoncitos uno al lado del otro, pero sin juntarse, hasta gastar todo lo que tenemos hecho; [...] al sol se nos secará mucho antes; cuando ya se haya oreado y se pueda manejar sin romperse, se da la vuelta para que seque por el otro lado también, y ya una vez seco del todo, se guarda en algún saco o cajón reservado de la humedad, basura y polvo, y de ahí se va sacando para rallar y tener siempre lleno el talego para cuando hacemos el yeso, que no esté vacío y que tengamos que empezar por ponernos a rallarlo, que son detalles muy importantes. Estos son los terrones del yeso mate [...]³⁵⁵

Algunos autores indican ciertas particularidades de la fabricación del yeso mate. Francisco Pacheco, por ejemplo, señala que, en su época, algunos artífices le añadían aceite durante su elaboración:

Podía añadirse aceite al yeso mate durante su elaboración

Algunos le echan el primer día medio cuartillo de aceite de comer para limpiarlo y ponerlo más suave; yo no lo apruebo ni lo usaría.³⁵⁶

El yeso se elaboraba de diversas maneras según la utilidad que se le quisiera dar. Así, como ya se ha indicado, el mate resultaba fundamental en el dorado al agua, aunque también se empleara con el fin de preparar tablas que únicamente se iban a pintar. A este respecto, algunos autores españoles e italianos hacen referencia a un yeso que denominan «yeso de dorador», «gesso da oro» (yeso para oro) o «gesso da doratori» (yeso de dorador). Estos términos pueden referirse o bien, simplemente, al yeso mate o, quizás, a un yeso mate especialmente fino que se emplearía, como su nombre indica, fundamentalmente para dorar³⁵⁷. Por otra parte, otros tipos de yeso tenían otras utilidades empleándose, por ejemplo, como pigmentos.

Diversos tipos de yeso empleados en el ámbito artístico

³⁵⁴ SÁENZ Y GARCÍA, M., *op. cit.*, p. 224.

³⁵⁵ HERRANZ GARCÍA, E., *op. cit.*, p. 79.

³⁵⁶ PACHECO, Francisco, *op. cit.*, libro tercero, cap. VII, p. 506.

³⁵⁷ El pintor Lorenzo Lotto (Venecia c. 1480-Loreto 1556) escribió un registro de compra de materiales entre los años 1538-1546. Entre éstos, puede leerse la adquisición de lo que denomina

Así, Francisco Pacheco alude a un yeso muerto diferente del yeso mate que se utilizaba para dorar. Ese yeso se empleaba, según el autor, como pigmento blanco para la pintura de sargas. Lo describe de esta manera:

El blanco era hecho de una pella de yeso muerto, no de muchos días como el mate, sino duro como el de los modelos; este servía en las sargas de blanco molido a l'agua y mesclado con la templa de la cola [...]³⁵⁸

El yeso que Pacheco describe como «de modelos», «muerto», «duro» y «no de muchos días como el mate», probablemente sea un yeso cocido previamente y apagado en agua, que ha endurecido y al que se ha dejado secar. Este material se corresponde con el tipo de yeso que, a tenor de su denominación, podría haber sido utilizado en el ámbito artístico para elaborar objetos a partir de moldes o los propios moldes. Así, por ejemplo, Giorgio Vasari, en *Le vite de' piú eccellenti architetti, pittori, et scultori italiani* (1550) y Giovanni Battista Armenini se refieren al empleo de yeso para realizar moldes para los escultores³⁵⁹. Por otra parte, este material es recomendado por Francisco Pacheco con la finalidad de preparar diversas superficies para dorarlas con oro mate. Este autor señala que podían aplicarse a tal fin estratos de yeso grueso y mate o una mezcla del yeso «de modelos» con albayalde:

[...] comenzado de las cosas de madera, se advierte que, cualquiera imagen, guarniciones o cuadros que se hayan de dorar de oro mate, se han de aparejar, o con yeso grueso y mate, de dos manos o más de cada cosa, lixando el uno y el otro [...] o con yeso de modelos y albayalde molido a el agua, dándole tres o cuatro manos [...]³⁶⁰

«gesso da oro». LOTTO, Lorenzo: *Libro di spese diverse*, (publ. por Zampetti), Venecia-Roma, Istituto per la Collaborazione Culturale, 1969, pp. 245-246. Por su parte, Lorenzo Marcucci menciona el «gesso da doratori», que podría identificarse con el yeso mate según la terminología española, a tenor de la descripción de su fabricación, que será aportada en breve. MARCUCCI, Lorenzo: *Saggio analitico-chinico sopra i colori minerali e mezzi di procurarsi gli artefatti gli smalti e le vernici di Lorenzo Marcucci ed osservazioni fatte dal medesimo sopra la pratica del dipingere ad olio tenuta dalle scuole fiorentina veneziana e fiamminga*, Roma, nella stamperia di Lino Contedini, 1813, pp. 99-100. Pérez Dolz considera que el «yeso de dorador» es un tipo de «yeso fino» y describe el material como yeso apagado en agua y sometido a agitación periódica. PÉREZ DOLZ, F., *op. cit.*, p. 51.

³⁵⁸ PACHECO, Francisco, *op. cit.*, libro tercero, cap. II, p. 448.

³⁵⁹ VASARI, Giorgio, (1986), *op. cit.*, cap. XI, pp. 50-51. VASARI, Giorgio, (1998), *op. cit.*, cap. XI, pp. 100-101. ARMENINI, Giovanni Battista, (2000), *op. cit.*, cap. V, p. 142.

³⁶⁰ PACHECO, Francisco, *op. cit.*, libro tercero, cap. VII, p. 509.

El hecho de utilizar este material se debe a que si las tablas no se bruñían no necesitaban de la aplicación de yeso mate (ya se ha indicado que el yeso mate es especialmente suave y, por tanto, idóneo para el dorado bruñado de las tablas).

Antonio Palomino de Castro y Velasco describe el modo de elaborar el yeso para su utilización como pigmento en la pintura (mural) al temple, denominándolo «blanco de yeso de espejuelo»³⁶¹. Este yeso se mata en agua, sin dejar que endurezca, añadiéndola y agitando el conjunto³⁶².

[...] prevendrá también el blanco de yeso de espejuelo muerto, lo cual se hace templándolo muy ralo, como caldo espeso, en una vasija grande, y que le sobre mucho vacío; porque luego, que se reconoce, que el yeso va tomando cuerpo, sin cesar de menearlo con un palo, se le añade agua, y se vuelve a menear muy bien, sin dar lugar a que se asiente, ni endurezca; y hecho esto hasta tres, o cuatro veces, se conoce estar ya muerto, cuando se ve, que el agua anda por encima clara, y entonces tiene ya su punto, y se deja estar.

Este blanco sirve para hacer las tintas generales;³⁶³

Este yeso podría ajustarse al yeso mate que no permanece durante muchos días en agua, similar al descrito por Eugenio Herranz.

Asimismo, Palomino señala en otra parte de su tratado, refiriéndose a la pintura del charol blanco, que se empleaba yeso blanco, molido como para pintar al temple y no yeso mate³⁶⁴. Con esta recomendación el autor, o bien parece indicar que el yeso de espejuelo para la pintura al temple anteriormente aludido y el yeso mate son distintos, o, quizás, está diferenciando el yeso mate de otro de los blancos que Palomino refiere para este tipo de pintura. En concreto, del mencionado a continuación, del que el autor indica su elaboración en base a la molienda en agua del yeso de espejuelo, una vez que prácticamente ha endurecido aunque aún no ha secado. Según Palomino, este yeso se conserva cubierto de agua:

³⁶¹ PALOMINO DE CASTRO Y VELASCO, Antonio, *op. cit.*, t. I, cap. VI, III, p. 140.

³⁶² Aunque el autor comienza refiriéndose a la pintura al temple sobre diversos soportes, llegado el punto de la descripción de la elaboración del pigmento, Palomino hace referencia específica a la pintura mural al temple. *Ibidem*, t. II, cap. V, III, pp. 218-224.

³⁶³ *Ibidem*, t. II, cap. V, III, p. 222.

³⁶⁴ *Ibidem*, t. II, p. 512.

mas para poner en la paleta con las demás colores, y para tocar de luz (especialmente cuando ha de ser blanco puro) se usa del yeso de espejuelo de otra manera; y es templando una porción de ello a voluntad, y hecho una pella, y endurecido, antes que se seque, se quebranta en la losa con la moleta; y añadiéndole agua, como a las demás colores, se va moliendo a partes, y echándolo en una cazuela, donde se conserva cubierto de agua para dicho efecto.³⁶⁵

Para finalizar con las referencias a los distintos tipos de yeso utilizados en el ámbito de la pintura, se aporta una referencia de Lorenzo Marcucci, que ilustra algunas de las variedades que llegaron a existir. En su *Saggio Analitico-chimico sopra i colori minerali e mezzi di procurarsi gli artefatti gli smalti e le vernici* (1813) señala las diferencias entre las diversas clases de acuerdo a su elaboración. Primeramente, denomina «gesso da stuccatori» y «da formatori» (de estuquistas y artistas modeladores)³⁶⁶ al que se ha calentado previamente. A partir de este material y mediante su rehidratación, se obtendrían no dos, sino tres clases diferentes. La que, partiendo del yeso anterior, únicamente se mezcla con agua, endureciendo al fraguar y se deja secar se denomina «gesso da pittori» (yeso de pintores), es decir, yeso de pintores. Si se emplea el «gesso da stuccatori» en polvo fino y se añade la cantidad suficiente de agua como para que no endurezca el yeso al rehidratarse y se deja secar, se obtiene el «gessetto da Pittori» (yesecito de pintores). Por último, si el yeso se macera en agua, se obtiene el «gesso da doratori», o yeso de doradores, ya mencionado:

[...]la sudetta pietra da gesso, la quale si calcina per levarle l'acqua di cristallizzazione, ed allora prende il nome di *gesso da stuccatori, e da formatori*. Il medesimo secondo le diverse manipolazioni prende diversi altri nomi, e si rende atto a diversi usi, poichè se questo viene ad esser impastato con dell'acqua, ed indi asciugato, e ridotto in polvere gli si dà il nome di *gesso da pittori*. Se poi invece di polverizzarlo si fa macerare, e quindi macinato, si riduca in piastrelle viene a prendere il nome di gesso da doratori, ossia gesso marcio di Gaeta; finalmente se si prendi il gesso sudetto da stucatori in polvere sottile si pone in un catino, e vi si versa tant' acqua che sia sufficiente per levarle la presa, e

³⁶⁵ *Ibidem*, t. II, cap. V, III, p. 222.

³⁶⁶ Esta traducción la realiza María Ortíz y Ortíz de la obra de G. Ronchetti, que recoge a su vez la clasificación de los tipos de yeso referidos por Marcucci. RONCHETTI, G.: *Manual para los aficionados a la pintura al óleo, á la acuarela, miniatura, aguazo, temple, encausto, pastel, fotopintura, etc. (paisaje, figura, flores, carteles de anuncios)*, (trad. de la 4ª edición italiana por María Ortíz y Ortíz), Madrid, Adrián Romo, 1912, pp. 410-411.

farlo restare in una massa quagliata ed in questo stato poi si fa seccare, prendendo un stato molto leggiero, gli si da il nome di gesseto da Pittori. [...] la susodicha piedra de yeso, que se quema para eliminar el agua de cristalización, tomando el nombre de yeso de estucador y modelador. Éste, de acuerdo a las diversas manipulaciones, adquiere otras denominaciones, produciéndose para diversos usos, ya que si viene a empastarse con agua y seca y se reduce a polvo, se le da el nombre de yeso de pintores. Si en vez de pulverizarlo se macera y después de macerado se deja sobre un azulejo, adquiere el nombre de yeso de doradores, es decir, yeso podrido de Gaeta; finalmente, si se toma el yeso de estuquista en forma de polvo fino, se deposita en un barreño y se añade agua de modo que sea suficiente para quitarle la fuerza y quede como una masa cuajada, dejándose secar en ese estado, adquiriendo mayor ligereza, se designa con el nombre de yesecito de pintores.]³⁶⁷

Según Ronchetti, este último tipo de yeso se empleaba para preparar lienzos y tablillas³⁶⁸.

El «gessetto da Pittori» pudiera ser similar al «blanco de yeso de espejuelo» mencionado por Antonio Palomino y al yeso mate de Eugenio Herranz aunque, quizás, no presente la suavidad del yeso mate, que permanece en agua durante más tiempo o el «gesso da doratori» descrito por Marcucci. Constituye quizás un estado intermedio entre el correspondiente simplemente a un yeso mezclado con agua y fraguado y el yeso mate, aunque sea más semejante a este último, del que muchos autores indican debe dejarse en agua durante un período de tiempo mayor. Si la hipótesis es correcta, se trataría, por tanto, de un yeso más blando que el «gesso da pittori» pero menos suave que el el «gesso da doratori». El «gesso da pittori» de Marcucci, por otra parte, podría ser muy similar al «yeso de modelos» de Francisco Pacheco.

³⁶⁷ MARCUCCI, L., *op. cit.*, pp. 99-100.

³⁶⁸ RONCHETTI, G., *op. cit.*, p. 411.

IV. 1. 2. 3. El yeso. Datos aportados por antigua documentación relacionados con su aplicación en las preparaciones

Aplicación de los estratos de yeso para dos fines: dorar y pintar las tablas

Dos son las principales aplicaciones de los yesos grueso y mate. Una de ellas es la preparación de las tablas para dorar. En este caso, sobre los estratos de yeso mate habrán de aplicarse, además, los de bol. Otra es, simplemente, la de preparar las tablas para ser pintadas.

En Europa, durante el amplio período de tiempo anterior al esplendor del gótico, triunfa la pintura mural en la decoración de los lugares sacros, junto a los frontales de altar y algunos objetos de carácter litúrgico, como pequeños dípticos, trípticos y polípticos y los relicarios. Los datos que se tienen sobre el tipo de preparaciones de estos objetos son muy escasos.

Con el advenimiento del gótico, las tablas y la parte arquitectónica de los retablos se decoran profusamente con oro. A partir de la segunda mitad del siglo XIII se produce una amplia difusión del dorado al agua. Para ejecutar esta técnica, previamente, se aplicaban estratos de yeso grueso y mate, considerándose este último muy recomendable para este tipo de dorado, como se ha venido indicando en sucesivas ocasiones. Asimismo, sobre el yeso solían aplicarse los suaves y cálidos estratos de bol. Debe indicarse, sin embargo, que algunos estudios referidos a la técnica del dorado en los primeros tiempos del Gótico apuntan hacia el empleo de un yeso mate especialmente fino y regular que hacía innecesaria la aplicación de los estratos de bol³⁶⁹.

Utilización de bases verdes para dorar

Por otra parte, en algún momento se empleó tierra verde en lugar de bol rojo, a tenor de las indicaciones de Cennino Cennini y ciertos estudios³⁷⁰. Este autor, a la vez que recomienda el empleo de este material «verdeterra» a sus lectores, indica que los antiguos, es decir, los bizantinos, también lo utilizaron:

Come si può mettere d' oro con verdeterra in tavola. Ancora secondo che usavano gli antichi puo' fare; cioè impannare di tela a distesa tutta la ancona innanzi che ingessi; e poi mettere d'oro con

³⁶⁹ Marco Ciatti aporta algunos tempranos ejemplos de pintura sobre tabla donde se empleó la técnica del dorado bruñido de oro y plata sin haber aplicado previamente estratos de bol. CIATTI, M.: "Some observations on panel painting technique in Tuscany from the twelfth to the thirteenth century", *Painting techniques. History, materials and studio practice, IIC contributions to the Dublin Congress*, 7-11 septiembre 1998, 1-4.

³⁷⁰ BOMFORD, R., y otros: *La pintura italiana hasta 1400*, (trad. de Ramón Ibero), Barcelona, Serbal, 1ª ed., 1995, p. 69. Se ha detectado tierra verde bajo los panes de oro de una obra de Giotto.

verdeterra, macinando il detto verdeterra a qual modo vuoi, di queste due ragioni tempere, che di sopra t'ho insegnato. [De cómo se puede aplicar oro sobre tabla con tierra verde. También se puede emplear la técnica de los antiguos; es decir cubrir con tela toda la tabla antes de enyesar; y luego dorar con tierra verde, mezclando esta última con cualquiera de los dos temples que te he mostrado antes, a tu gusto].³⁷¹

Estos «antiguos» ejercieron una influencia notabilísima sobre la pintura italiana de la época. De ello dan fe no sólo las numerosas obras de la época conservadas, sino también los testimonios de algunos tratadistas que, como Giorgio Vasari, ejercieron de cronistas de su época y siglos precedentes. Este autor indicaba al respecto en su *Le Vite de' più eccellenti Architetti, Pittori e Scultori Italiani...* (1550)

Avvenne che in que' giorni erano venuti di Grecia certi pittori in Fiorenza, chamati da chi governava quella città non per altro che per introdurvi l'arte della pittura, la quale in Toscana era stata smarrita molto tempo. [...] Cimabue, cominciato a dar principio a questa arte che gli piaceva, si fuggiva spesso da la scuola e tutto il giorno stava a vedere lavorare que' maestri; per il che fu giudicato dal padre e da que' Greci che, se egli attendessi alla pittura, senza alcun dubbio egli verrebbe perfetto in quella professione. [En aquel tiempo [mediados del siglo XIII], habían llegado a Florencia algunos pintores procedentes de Grecia, llamados por sus gobernantes para que introdujeran en la ciudad el arte de la pintura, que se había extraviado en Toscana desde hacía mucho tiempo. [...] Cimabue, que había empezado a practicar este arte que tanto le gustaba, se solía escapar de la escuela para pasarse el día viendo cómo trabajaban estos maestros; por lo que tanto el padre como

³⁷¹ Franco Brunello, comentarista del tratado de Cennini, identifica «gli antichi» en palabras de Cennini, es decir, los antiguos, con los Bizantinos. Por otra parte, los temples aludidos implican el empleo de clara de huevo. CENNINI, C., (1913), *op. cit.*, cap. CXXXIII, p. 90. CENNINI, C., (1988), *op. cit.*, cap. CXXXIII, pp. 168-169. Probablemente puedan identificarse la tierra de Cennini y el pigmento denominado actualmente tierra verde, constituido fundamentalmente por celadonita, glauconita y montmorillonita, pudiendo presentar matices azulados dependiendo de su composición. V. GRISSOM, C. A.: "Green earth", en *Artists' pigments. A handbook of their history and characteristics*, (ed. de R. L. Feller), vol I, National Gallery of Art, Oxford University Press, Washington, 1986, 141-167. Ya Plinio parece incluirla («Appianum») entre los pigmentos referidos en su *Historia Naturalis*. BAILEY, K. C., *op. cit.*, 2ª parte, liber XXXV, cap. VI, sect. 29. 48, p. 91 y n. 48, p. 221.

estos maestros griegos consideraron que, si se dedicaba a la pintura, sin duda llegaría a ejercer dicho oficio a la perfección.³⁷²

En época de Vasari, este tipo de pintura se considera arcaica y tosca. El autor explica de esta manera las causas de la propagación de la influencia bizantina en Italia:

Stettero poi oltre le ruine di Roma per le guerre sotterrati i modi delle sculture e de le pitture da le ruine di Totila fino a fl'anni di Cristo MCCCL, nel qual tempo era rimasto in Grecia un residuo d'artefici che vecchi erano, i quali facevano imagini di terra e di pietra, e dipignevano altre figure mostruose e col primo lineamento e col campo di colore. E quegli per esser soli in tale professione, l'arte della pittura in Italia portarono [...] e quella come sapevano, a gl'uomini italiani insegnarono rozamente. [Así que a causa de estas guerras estuvieron enterrados, aparte de las ruinas de Roma, los modos de la escultura, de la pintura, desde que Totila la asoló hasta el año 1250, y durante ese tiempo había permanecido en Grecia un residuo de artistas que eran viejos, que hacían imágenes de barro y de piedra, y pintaban figuras monstruosas, con el primer tipo de dibujo y campo de color. Y, como estaban solos en esta profesión, llevaron a Italia el arte de la pintura [...] y, tal como sabían, la enseñaron sumariamente a los italianos.]³⁷³

Aplicación de
bases verdosas
en la pintura
de
encarnaciones

La influencia de estos artífices se dio, seguramente, tanto desde el punto de vista estilístico como de puesta en práctica de los procedimientos pictóricos. De estos contactos podrían, por tanto, derivar las alusiones de Cennini al empleo de la tierra verde para dorar. En este sentido, otro de los efectos de esta aproximación a la pintura Occidental fue la aplicación de las bases verdosas bajo las encarnaciones rosáceas³⁷⁴. Estos estratos pueden observarse, asimismo, en numerosas obras correspondientes a la pintura española anterior al siglo XV, especialmente en

³⁷² VASARI, G., (1986), *op. cit.*, vol. 1, pp. 103-104. VASARI, G., (1998), *op. cit.*, p. 152.

³⁷³ *Ibidem*, (1986), vol. 1, p. 99. *Ibidem*, (1998), p. 147.

³⁷⁴ Son numerosos los tratadistas que, concediendo una importancia primordial a la pintura de encarnaciones, detallan el proceso. Dentro de éstos, algunos refieren la aplicación previa de los repintados verdosos. Entre éstos pueden citarse a Teófilo, en HAWTHORNE, J. G. y STANLEY SMITH, C., (1979), *op. cit.*, cap. 1-13, pp. 14-20, CENNINI, C., (1913), *op. cit.*, cap. CXLVII, pp. 102-103, CENNINI, C., (1988), *op. cit.*, CXLVII, pp. 183-185, *De arte illuminandi*, en MALTESSE, C.: *Las técnicas artísticas*, Madrid, Cátedra, 1985, p. 306 y LE BEGUE, Jehan, en MERRIFIELD, M. P., *op. cit.*, vol. I, rec. 317, pp. 300-301.

aquellas donde el tiempo ha adelgazado las capas superficiales o alterado su poder cubriente, mostrando con crudeza los estratos inferiores, verdosos.

Los contactos tanto de tipo comercial como artístico entre Italia y España e incluso con el norte de Europa fueron muy numerosos durante los siglos XIII, XIV y XV, dándose intercambios de artífices entre los diferentes reinos europeos. A modo de ejemplo, el manuscrito de Jehan le Begue, francés, de 1431, constituye la recopilación y ampliación de textos provenientes de diversas fuentes, como los del flamenco Federico o Tederico, el monje Teófilo (quizás monje alemán), Pietro di St. Omer (posiblemente de origen francés), Heraclio, cuyo texto constituye una recopilación de fuentes griegas, bizantinas, francesas e inglesas, y Giovanni Alcherio, de 1398-1411. Este último fue un tratadista milanés que escribió a su vez su tratado a partir de los dictados de Jacob Coene, pintor flamenco que vivía entonces en París, del recamador flamenco Tederico, del pintor normando Giovanni, del ilustrador Antonio da Compendio, de Alberto Porzelli, de Giovanni da Modena, de Dionigi, y Michelino da Besozzo³⁷⁵

El empleo de las capas verdosas, que pueden considerarse tanto imprimaciones de carácter local, magras, —con lo que formarían parte de la preparación— como estratos pictóricos propiamente dichos, se justifica, de acuerdo con H. Runemann, por la intención de conseguir un efecto de limpieza en el color de la capa pictórica. Así, el tono rosáceo, aplicado en los estratos superiores, es neutralizado por los verdosos, que se traslucen levemente³⁷⁶. Cennino Cennini, describiendo la pintura de encarnaciones, señala:

E abbi, che la tavola richiede essere più volte campeggiata che in muro; ma non però tanto , ch' io non voglia che il verde che è sotto le incarnazioni sempre un poco traspaia. [Y ten en cuenta que la tabla requiere más capas de pintura que en el muro; pero no tantas como para que no se transparente un poco el verde que hay debajo de las carnaciones.]³⁷⁷

³⁷⁵ MERRIFIELD, M. P., *op. cit.*, vol. I, pp. 1-15. BORDINI, S.: *Materia e imagen*, Barcelona, Ediciones del Serbal, 1995, pp. 44-46.

³⁷⁶ GRISSOM, C. A., *op. cit.*, pp. 143-144.

³⁷⁷ CENNINI, C., (1913), *op. cit.*, cap. CXLVII, pp. 102-103. CENNINI, C., (1988), *op. cit.*, cap. CXLVII, pp. 183-185. Como ha podido observarse, el traductor aporta el término «carnación», en lugar de «encarnación». A pesar de ello, en el presente estudio se empleará este último, por haber sido muy utilizado por los tratadistas españoles.



Fig. 19. La imagen de la izquierda muestra una visión esquemática de una posible pintura sobre tabla típica del Gótico, con fondo dorado y encarnación con base verdosa. A la derecha aparece el esquema de una posible estratigrafía de una muestra tomada de la zona de la encarnación, apreciándose capa de preparación, base verdosa y un leve estrato rosáceo.

*Dorado de los
fondos de las
tablas durante el
Gótico*

Durante el Gótico especialmente y, en ocasiones, en algunos retablos renacentistas, se doran no sólo las molduras, sino también las tablas de los retablos, que presentan fondos dorados. Este dato implica el empleo de yeso grueso y mate para preparar la madera en todas estas zonas, y la aplicación del estrato de bol. Por tanto, cuando se concertaba la realización de un retablo, los operarios encargados de preparar los soportes pictóricos podían preparar éstos a la vez que las molduras. Pérez Dolz concede una importancia primordial al valor estético que otorga el empleo del oro a las tablas, en tanto que ha constituido para muchos artífices un elemento esencial que ha propiciado el alcance de altas cotas de belleza en las mismas. A continuación se exponen algunas de las hermosas premisas de este autor, referentes a las obras que presentan estos fondos:

Quien no ha contemplado, en el museíto que hay instalado en lo que fue Ospedale del convento de Dominicos de San Marcos, en Florencia, las tablas de fray Angélico, apenas podrá comprender, a través de nuestro burdo relato, lo maravilloso de la Pintura occidental cuando se ha elevado tanto en busca de la más pura y delicada expresión de belleza. Por sí solas las tablas del Angélico forman allí un conjunto inapreciable de lecciones de técnica de la pintura al temple con dorados [...]. El oro es abundante en las tablas del Angélico, como lo es, de una manera general, en la pintura del XIV al XV. Se halló el valor pictórico del oro, coincidente con su valor suntuario, y se le empleó con gran acierto. Sobre grandes fondos de oro, como sobre campos de ideal [...] descansan las insignes pinturas de los primitivos italianos, jamás superadas. Pero es que la presencia material del oro es esencial en la

estética de los primitivos, cuya enorme fuerza lírica había de ser expresada con la máxima delectación y la más exaltada riqueza. El naturalismo, que tiene sus bellezas, no admite de ninguna manera el oro, porque, en efecto, ¿qué haría el oro en panes como fondo de un cuadro de Velázquez o de Rembrandt? Pero, también, ¿cómo hubiera expresado fray Angélico sus sueños de pintor de visiones celestes con los colores y la factura de Rembrandt y de Velázquez?.³⁷⁸

Los pintores, en numerosas ocasiones, suelen realizar, además, las labores de dorado. Así, algunos contratos del siglo XV se refieren a la preparación conjunta de todos los elementos de un retablo³⁷⁹, a la vez que diversos estudios técnicos constatan la preparación de ciertas tablas con su moldura³⁸⁰.

Este dato implica el posible empleo de los mismos yesos tanto en las zonas doradas como en las zonas pintadas del retablo. Esta premisa hace referencia a la metodología de aplicación de los materiales y a su calidad, puntos éstos que pueden ser determinados a partir de los diversos métodos de análisis aplicables al caso, como son el estudio estratigráfico de la muestra por microscopía óptica (MO), microscopía electrónica de barrido (MEB) y microanálisis por dispersión de energía de rayos X (DEX). La técnica pictórica empleada mayoritariamente en la pintura sobre tabla es el temple al huevo.

³⁷⁸ PÉREZ DOLZ, F., *op. cit.*, p.p. 54-55.

³⁷⁹ Entre los múltiples contratos en los que figura que los pintores deben realizar, además, las labores de dorado, pueden citarse, por ejemplo, el concertado con Grabiell Talarn y Johan Solana para llevar a cabo la pintura y dorado de un retablo para la iglesia de Badules (Zaragoza) en 1402 o el concertado con Salvador Roig y Miguel Jiménez para efectuar talla, pintura y dorado de un retablo para la iglesia parroquial de Malanquilla (Zaragoza), en 1466. SERRANO Y SANZ, M., (enero-junio 1916), *op. cit.*, pp. 463-464, 471-472.

³⁸⁰ En este caso, el estudio se ha llevado a cabo sobre un retablo del siglo XVI. HENDRIKS, E. y LEVY-VAN HALM, K.: "Technical Developments in a 16th-Century Netherlandish Altarpiece by Maarten van Heemskerck and Cornelis Cornelisz. Van Haarlem", *Preprints of the ICOM Committee for Conservation, 10th Triennial Meeting*, Washington DC, 22-27 agosto 1993, 75-81. Cfr. la p. 77. Los autores indican que parecen existir indicios de que las tablas principales fueron preparadas con sus marcos.

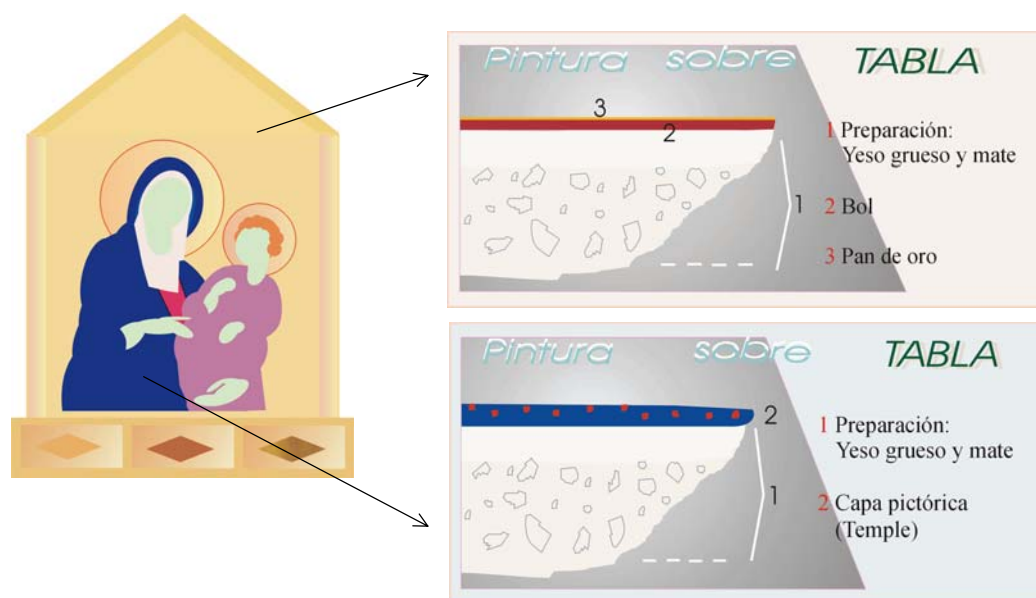


Fig. 20. La imagen muestra arriba, a la izquierda, el esquema de una obra que podría situarse estilísticamente dentro del Gótico, con arquitectura y fondo dorado. Arriba, a la derecha, se observan los estratos que podrían apreciarse en una muestra tomada tanto de la zona del fondo de la tabla, como de las molduras, presentando la misma preparación. Abajo, otra muestra tomada de la zona del manto de la Virgen presentaría la misma preparación, si bien los estratos de bol y pan de oro presentes en las zonas anteriores no se observan, ya que los pintores generalmente reservaban estas zonas sin dorar.

*Prohibición de
que los
doradores se
dediquen a la
pintura de
retablos*

Como ya se ha indicado, a partir del siglo XVI algunas ordenanzas españolas prohíben taxativamente que los doradores policromen los retablos, al considerarse la labor de éstos como un oficio de menor rango. Así por ejemplo, las *Ordenanzas de Zaragoza de 1517*³⁸¹ limitan la actividad de los doradores al indicar que éstos no pueden concertar obras donde además haya que realizar la pintura de imágenes. Lo mismo ocurre con las de *Sevilla de 1527*, que confirman la especial valoración que se daba en la época al oficio de «ymageneros», frente al de «doradores»:

Otrosi ordenamos *que* el dicho oficio de doradores *que* estos tales maestros no puedan tomar ni tomen ninguna obra de dorado do ouiere cosas de pintura de ymagines assi de pinzel como de bulto: *porque* las semejantes obras conuiene que no interuengan sino los mas sabios y mas artizados y aquellos *que* mas estudiaron y trabajaron en la dicha arte: *porque* la primera cosa *que* en casa delos maestros ymaginarios

³⁸¹ FALCÓN PÉREZ, M.I., *op. cit.*, pp. 680-684.

aprenden los moços es dorar: y porque no se dan a trabajo ni a estudio quedan con no mas de ser doradores.³⁸²

De esta manera, los retablos pintados y dorados por talleres diferentes podrán presentar tablas y molduras con yesos también distintos. No obstante, podían poner en práctica tanto la pintura de imágenes como la realización de labores de dorado los maestros examinados de ambos oficios.

Durante el Renacimiento, se abandona progresivamente el gusto por los fondos dorados en las tablas, aunque aún se aplican, en muchos casos, estratos de yeso grueso y mate, quizás porque al continuar aplicándose en la arquitectura del retablo, se mantiene la práctica en las tablas a modo de tradición. Pero, asimismo, en algunas de las tablas o «historias de pincel»³⁸³, sin fondo dorado, se renuncia a la aplicación del estrato de yeso mate, ya que éste no es imprescindible.

Durante el Renacimiento algunas tablas españolas prescinden ya del yeso mate

Por supuesto, en los retablos escultóricos, donde los artífices ponen a prueba su maestría para la realización de los estofados sobre las tallas, los estratos de los dos tipos de yeso son esenciales. Otras tablas, sin embargo, muestran únicamente los estratos de yeso mate, quizás porque el soporte fue trabajado de forma más perfecta, con lo que no existiría la necesidad de aplicar los de yeso grueso, que tenían como finalidad fundamental subsanar los defectos del mismo³⁸⁴. Mediante la supresión bien de los estratos de yeso grueso, bien de los de mate, los talleres economizaban horas de trabajo y material. Por otra parte, en aquella época cobra importancia la aplicación de imprimaciones locales o generales en las tablas, que asisten al artífice a la hora de ejecutar la pintura. Se difunde la técnica de la pintura al óleo sobre tabla.

³⁸² *Ordenanzas de Sevilla de 1527, op. cit., p. CLXIIIr.*

³⁸³ En los contratos es muy frecuente el empleo de esta expresión para referirse a las tablas pintadas.

³⁸⁴ MARTIN, E., SONODA, A. y DUVAL, A.R.: “Contribution a L’Etude des Preparations Blanches des Tableaux Italiens sur Bois”, *Studies in Conservation*, 37, 1992, 82-92. Estos autores han puesto de manifiesto la existencia de preparaciones a base de yeso mate en obras de la Escuela Veneciana.

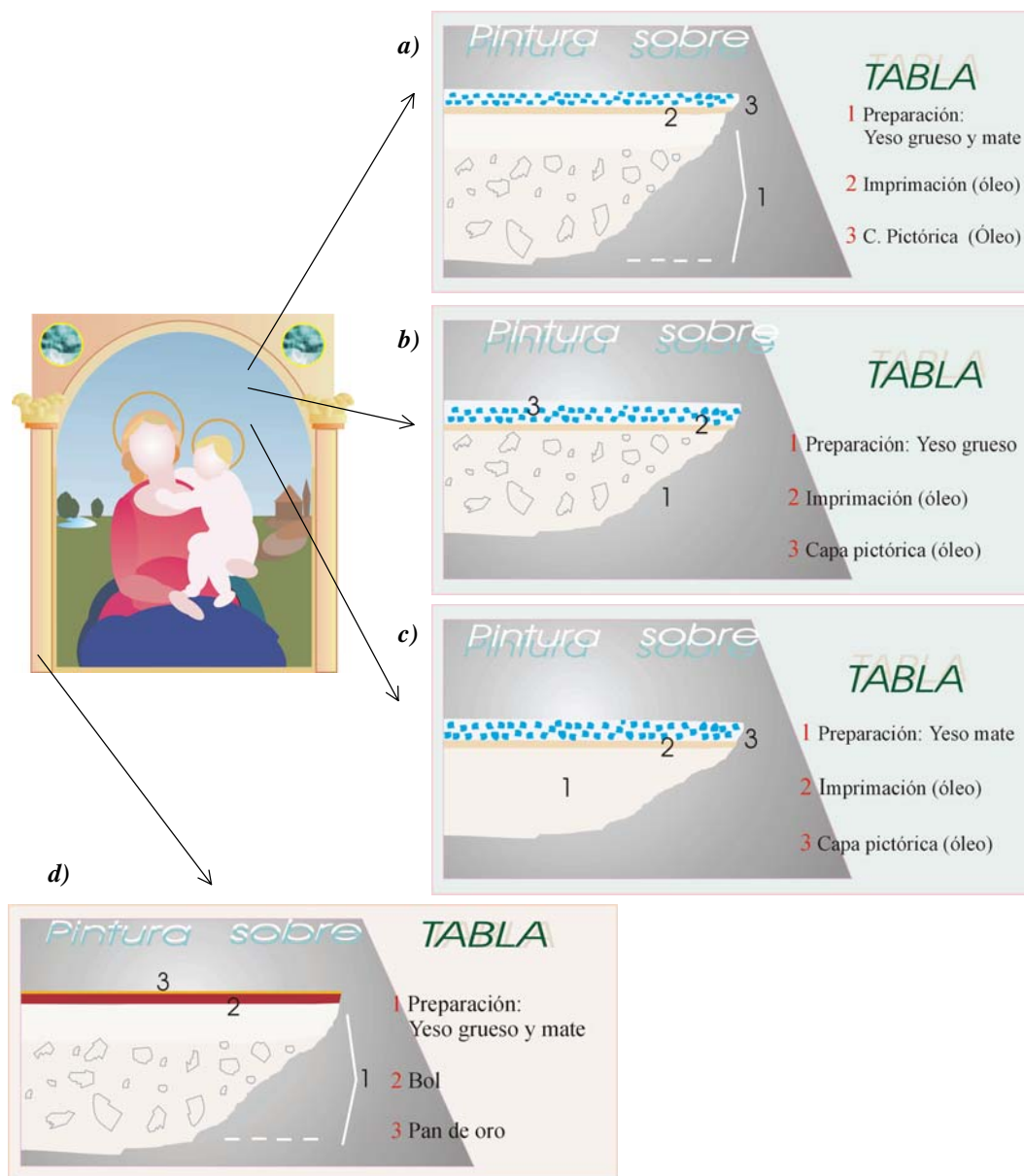


Fig. 21. En la parte superior puede observarse una sencilla representación de una tabla renacentista, carente ya de fondo dorado. Los dibujos de estratigrafías muestran tres posibles tipos de preparación para una tabla de esta época: a) Preparación constituida por yeso grueso y mate. b) Preparación carente de yeso mate. c) Preparación carente de yeso grueso³⁸⁵. Las preparaciones pueden presentar imprimaciones oleosas cuando se aplican en zonas que no van a dorarse. d) La arquitectura del retablo puede dorarse.

³⁸⁵ Por supuesto, el hecho de ejemplificar con la misma tabla los tres tipos de preparación no quiere decir que éstos se den de manera simultánea en la misma obra.

Ya se ha explicado el proceso de adecuación del soporte, antes de proceder a la aplicación de las preparaciones propiamente dichas. Así, primeramente, una vez se había dispuesto la madera del modo más conveniente, es decir, tras proteger las uniones y subsanar defectos como nudos y fendas y, después de aplicar la gíscola, como refieren algunos tratados, se procedía a aplicar los estratos de yeso de la preparación. Durante el siglo XVI, algunas tablas presentan figuras que destacan sobre un fondo de oro, con lo que algunos paneles requerían y por tanto presentan la preparación indicada para la técnica del dorado. Sin embargo, en algunas tablas de la Escuela Castellana ha podido constatarse la ausencia del estrato de yeso mate en tablas que no han sido doradas. Como ya se ha indicado, la especial morfología de este material crea una superficie esponjosa e idónea bajo el estrato de bol, ya que estas partículas, de tamaño y morfología homogéneos, se comprimen cuando la piedra de bruñir las presiona. De cualquier manera, el hecho de que una tabla no haya sido dorada tampoco determina la ausencia del estrato de yeso mate ya que, si bien la aplicación de este material no era especialmente útil en este caso, la tradición de la aplicación de la doble capa estaba profundamente arraigada en la época. Asimismo, la ejecución de retablos escultóricos, que se doraban y estofaban, propició el mantenimiento de esta práctica de la aplicación de los dos tipos de yeso.

Como ya se ha subrayado, el yeso ha constituido, efectivamente, el material más empleado a modo de preparación de las tablas y molduras de los retablos en nuestro país. En siglos posteriores, fue mermando el uso de este material en la preparación de tablas y lienzos³⁸⁶, aunque continuó utilizándose para el dorado de las molduras de los retablos de lienzo.

Según las *Ordenanzas de Córdoba de 1493*, el proceso de aplicación de este material se desarrolla en dos etapas en las que se procede a la disposición de los yesos «vivo» y «mate».

[...] e encima destos lienzos dada su yescola³⁸⁷ e plateados³⁸⁸
igualmente con yeso vivo e dadas las manos del encima que pertenecen

³⁸⁶ Posteriormente se desarrollará el empleo de yeso en tabla y lienzo a través de los siglos.

³⁸⁷ El término «yescola» puede aludir a la mezcla de yeso y cola o bien a la gíscola ya descrita.

³⁸⁸ Aunque el transcriptor aporta el término «plateados», en realidad podría tratarse del vocablo «plastecidos» ya que los bordes de los lienzos se plastecían con yeso grueso y cola para evitar que su volumen pudiera ser apreciado a través de la policromía. Por otra parte, aunque quizás menos probablemente, el término «plateados» puede hacer alusión al color del yeso. El *Diccionario de Autoridades* da al vocablo plateado, entre otras, la definición: «[...] Se llama también todo aquello que tiene color de plata». V. el *Diccionario de autoridades*, *op. cit.*, tomo quinto del facs., vol. 3 de la ed. actual, p. 293.

más en los campos que en la tabla e esto así fecho que sea igualado e que le den otra yescola de yeso mate e dada deste mismo yeso las manos que convinieren que non ocupen la tabla del retablo e despues muy bien raido e igualado comun.³⁸⁹

Algunos documentos, generalmente los más antiguos, no especifican la aplicación de ambas capas, indicándose, simplemente, que los soportes se preparen de manera adecuada. Así, en una de las condiciones para la realización de un retablo para la iglesia de Huerto (Huesca) en 1475 se indica:

Item, es condicion quel dito retaulo a seyer obrado de buena fusta, obrado de mano de maestro e calafatado, enguixado como a buen retaulo se pertayne.³⁹⁰

Y en una de las condiciones para aderezar el retablo de la capilla de Nuestra Señora de la iglesia de Santa María, en Medina del Campo (1566) se señala:

Otro si que tengo de hacer en los tableros del dho rretablo que son siete muy bien aparejados y encañados pintados al olio [...] ³⁹¹

Los contratos consultados referentes a la pintura sobre tabla no refieren preparaciones específicas para la pintura al temple, por una parte y para el óleo, por otra. En general, para ambas técnicas se insiste simplemente en la adecuada preparación de los soportes, con sus capas de yeso. En el caso de la pintura al óleo sobre tabla no suele mencionarse la aplicación de imprimaciones, aunque los estudios llevados a cabo en numerosas obras por el equipo investigador del que forma parte la autora de la tesis ponen de manifiesto la común presencia de las mismas.

Como paso previo a la elaboración de los yesos grueso y mate, debía seleccionarse el material a emplear y cernerlo. Aunque no es frecuente la alusión de los documentos a este respecto, un contrato de 1611, concertado para dorar el retablo mayor de Nuestra Señora del Consuelo para los Carmelitas Descalzos de Valladolid, incluye como condición

³⁸⁹ RAMÍREZ DE ARELLANO, R., *op. cit.*, p. 38.

³⁹⁰ SERRANO Y SANZ, M., (julio-diciembre 1915), *op. cit.*, pp. 423-425.

³⁹¹ GARCÍA CHICO, E., (1946), tomo tercero I, pintores, *op. cit.*, pp. 30-32.

[...] que la dha obra a de ser muy bien aparejada según lo requiere el arte [...] dandoles cinco manos de yeso grueso cernido con cedaço de seda delgado [...]³⁹²

Y las *Ordenanzas de doradores de Madrid de 1614* indican:

[...] y que el yesso con que se aparejaren las tables obras non sea de mina que tenga salitre sino suave y mantecosso y bien cernido con çedaço de seda delgado [...] y que el yesso mate que se da sobre todo sea de la misma calidad que lo demás contenido en esta hordenanza [...]³⁹³

Generalmente, hasta fines del siglo XVI o ya el siglo XVII los contratos no suelen especificar el número de manos de yeso a aplicar. En esta época muchos retablos son ya de pintura sobre lienzo –si bien aún se dora y estofa la arquitectura de los mismos– o son retablos escultóricos. Algunos contratos especifican la aplicación de cinco manos de yeso grueso y otras tantas de mate, como el que concierta Bernabé Velázquez de Espinosa para realizar el dorado y estofado de un retablo para Luis de Andino Gamaza, en Arcos de la Frontera (1600):

Los documentos españoles se refieren a la aplicación de cinco manos de cada tipo de yeso

[...] otro si a de ser obligado a dalle zinco manos de ieso grueso y despues raello y ligallo de manera que quede mui linpio sin gotas del aparejo de forma que no cubra las cosas de talla rostros y barbas ni las demas cosas y otras zinco manos de ieso mate y otras zinco de bol todos los quales aparejos an de ser hechos con muncha linpieza y primor para que el oro bruñido salga con lindo lustre.³⁹⁴

Este contrato indica el número de manos a aplicar, su cuidada aplicación, el pulido o eliminación de ciertas imperfecciones del estrato de yeso grueso antes de la aplicación del mate y una condición que pretende que las sucesivas manos de aparejo

³⁹² Melchor Monje, junto a Antonio González de Castro se encargaron de dorar el retablo. Véase GARCÍA CHICO, E., (1946), tomo tercero II, pintores, *op. cit.*, pp. 146-149. Debe indicarse, por otra parte, que se ha dado por supuesto que el contrato se refiere al cernido del yeso antes de ser mezclado con cola. Efectivamente, resultaría complicado el cernido del yeso grueso con un cedazo de seda una vez se ha aglutinado con cola animal.

³⁹³ CADIÑANOS BARDECI, I., *op. cit.*, p. 249.

³⁹⁴ MURO OREJÓN, A., (1935), *op. cit.*, pp. 62-64. Otros ejemplos correspondientes a la zona de Cantabria, donde se prescribe la aplicación de cinco manos de cada tipo de yeso, son los contratos concertados para aparejar, dorar y estofar el retablo de escultura de la capilla de los Rada en la parroquia de San Ginés de Rada, en 1614, y el retablo del altar mayor de la iglesia parroquial de Cacicedo en 1700. GONZÁLEZ ECHEGARAY, M. C., *op. cit.*, pp. 15 y 66.

*Algunos
contratos aluden
a la cuidada
aplicación y
pulido de la
superficie de los
estratos de yeso*

no enturbien la belleza de la talla ocultando los detalles. Esta última prescripción aparece reflejada muy tempranamente en los contratos. A modo de ejemplo, el concertado para la pintura y dorado de la iglesia de Badules (Zaragoza), en 1402, indica:

Item mas, que el dito retaulo sia bien engessado de gesso bueno,
e que la entalladura non sia encegada [...] ³⁹⁵

Asimismo, numerosos documentos muy posteriores, entre los que se encuentran las condiciones para aplicar el aparejo, dorado y estofado del retablo Mayor de la iglesia parroquial de Cacicedo por Jacinto y Francisco de la Castañera Obregón en 1700³⁹⁶, o la concertación para llevar a cabo el dorado de los retablos de las iglesias parroquiales de Ledantes y Barro en Liébana por Joseph Gutiérrez de la Reguera (1768), hacen hincapié en este mismo punto. Este último contrato refiere:

Y se han de descubrir todas las venas, y arpaduras de la talla,
recorriéndola toda para que quede tersa [...] ³⁹⁷

Como ha podido apreciarse, ya en las *Ordenanzas de Córdoba de 1493* se indicaba que las manos de yeso mate «non ocupen la tabla del retablo». Este texto puede hacer referencia tanto a las indicaciones anteriores, como a que, simplemente, no se aplique yeso mate en los paneles, lo que resultaría lógico si van a policromarse pero no a dorarse³⁹⁸.

Efectivamente, la pintura de las tablas sin relieve no exige la aplicación del estrato de yeso mate que sin embargo sí requiere el dorado bruñido. Como ya se ha indicado en este mismo capítulo, ambas capas de yeso continúan aplicándose como fase preparatoria del dorado de las molduras del retablo en siglos posteriores, incluso cuando ya el uso de la tabla como soporte en pintura de retablos prácticamente ha desaparecido.

³⁹⁵ SERRANO Y SANZ, M., (enero-junio 1916), *op. cit.*, pp. 463-464.

³⁹⁶ GONZÁLEZ ECHEGARAY, M. C., *op. cit.*, p. 66.

³⁹⁷ *Ibidem*, p. 99.

³⁹⁸ También, una de las indicaciones de las *Ordenanzas de doradores de Madrid de 1614* indica: «[...] que todo lo que se huuiere de hazer, de encarnar ansi figuras redondas como de medio relieue se aya de aparexar sutilmente sin tapar rostro *pies* ni manos de manera que queden las façiones descubiertas [...]». CADÍÑANOS BARDECI, I., *op. cit.*, p. 250.

En el siglo XVIII, algunos documentos requieren un número de manos más reducido, como consta en el contrato para el dorado y policromado del retablo de la Concepción por Cristóbal Martínez de Estrada en Medina de Rioseco para la iglesia parroquial de Santiago (1723):

*Algunos
contratos más
tardíos reducen
las manos de
yeso*

[...] se a de dar al dicho colateral tres manos de yeso grueso rexistrando en cada una de ellas todas las desigualdades de la madera que tubiere [...] escofinandolas y rrecoxiendolas con formones [...]. Es condicion que sean de dar a dichas obras tres manos de yeso mate [...]³⁹⁹

Otro contrato, ya de mediados de siglo (1752), concertado para la ejecución del dorado del retablo de mayor de la iglesia de Santa María de Valdestillas por el maestro dorador Manuel de Urosa incluye como condición la aplicación de una mano de yeso (no especifica el tipo, pero seguramente se trate de yeso grueso), sobre la que se aplicarían otras tres de mate⁴⁰⁰.

Algunos contratos hacen hincapié en que se dejen secar sucesivamente las manos de yeso mientras van aplicándose:

Primeramente se ha de lavar toda la obra con cola delgada [...] Luego, seco esto, se ha de plastecer con buen yeso [...] Luego, seco lo hecho, se han de dar cinco manos de muy buen yeso grueso [...], dejar secar la una antes que la otra [...] Luego, se le han de dar otras cinco de mate, guardando la orden [...]⁴⁰¹

En algunos documentos, además, se constatan algunos de los defectos que solía presentar el yeso ya mezclado con la cola, derivados de su calentamiento excesivo o de su deficiente conservación. El aportado a continuación se refiere al dorado y estofado del retablo de la iglesia de San Pedro de Alaejos, Valladolid (1601), por Francisco Martínez y Lázaro Andrés:

[...] es condicion que todo quanto hubiere de ser dorado a de ser aparejado en esta forma a se de dar cinco manos de yeso grueso y otras

³⁹⁹ GARCÍA CHICO, E., (1946), *op. cit.*, tomo tercero II, pintores, pp. 274-277.

⁴⁰⁰ *Ibídem*, pp. 298-300.

⁴⁰¹ V. las condiciones para ejecutar el dorado y pintura del retablo de San Francisco de la capilla de San Marcos de Rada (1614), por parte de Juan Gómez de Rucoba en GONZÁLEZ ECHEGARAY, M. C., *op. cit.*, p. 15.

tantas de yeso mate bien dado sin defeto alguno de quemado o corronpido [...] ⁴⁰²

Importancia de la adecuada elaboración de las templas de los yesos

Continuando con la descripción de la metodología de aplicación de los materiales descritos, las *Ordenanzas de Córdoba 1493* hacen hincapié en la adecuada elaboración de las templas de los yesos:

[...] que las templas del yeso que se fagan muy perfectas [...] ⁴⁰³

Las *Ordenanzas de Sevilla de 1527* se refieren a la elaboración de estas templas por los doradores, concediendo especial importancia a los tiempos (¿época del año?, ¿tiempo de permanencia de la cola al fuego?) con que se preparan para ambos tipos de yeso:

[...] y estos engrudos los sepan fazer para lo biuo: y otro segundo engrudo de pargamino: y *que* les sepan muy bien templar y conformar con los tiempos segun fuere [...] ⁴⁰⁴

E incluso ciertos documentos especifican el tipo de cola a emplear. Así, el contrato concertado con Juan Gómez de Rucoba en 1614 para pintar y dorar el retablo de la capilla de los Rada en la parroquia de San Ginés de Rada indica el empleo de «cola de baldrés» ⁴⁰⁵ con el yeso grueso; probablemente con esta denominación se refiera a la cola de baldés, que algunos textos identifican con cola de guantes ⁴⁰⁶. También se estipula su empleo «por ser más permanente» en el contrato concertado con Pedro de Bernal para ejecutar la pintura y dorado del retablo de la Concepción en la capilla del capitán Antonio Ortiz del Hoyo en Santoña (1667) ⁴⁰⁷. Esta cola fue también requerida con el fin de preparar los retablos mayores

⁴⁰² GARCÍA CHICO, E., (1946), *op. cit.*, tomo tercero I, pintores, pp. 301-305.

⁴⁰³ RAMÍREZ DE ARELLANO, R., *op. cit.*, p. 39.

⁴⁰⁴ *Ordenanzas de Sevilla de 1527, op. cit.*, p. CLXIV.

⁴⁰⁵ GONZÁLEZ ECHEGARAY, M. C., *op. cit.*, p. 15.

⁴⁰⁶ Como ya se ha indicado, la *Nueva Enciclopedia Larousse* define baldés como «Piel curtida y adelgazada que sirve para confeccionar guantes». *Nueva Enciclopedia Larousse, op. cit.*, vol. 1, p. 967. Aún el tratado de Eugenio Herranz García, referido al arte de dorar tal como lo practicó su padre y él mismo, durante el siglo XIX y primera mitad del XX, describe cómo su padre preparaba la cola de guantes en base al siguiente testimonio: «Cuando empezó en el oficio él, de chico, iba a la calle de Carretas a una fábrica de guantes [...] a comprar un papelón de recortes y desperdicios de pieles. Las que luego, en el taller, se lavaban bien y dejaban en remojo algunos días. Después éstas se ponían en un cacharro al fuego con agua a cocer, moviéndolas de vez en cuando para que no se agarraran». HERRANZ GARCÍA, E., *op. cit.*, p. 25.

⁴⁰⁷ GONZÁLEZ ECHEGARAY, M. C., *op. cit.*, p. 51.

de las iglesias parroquiales de Ledantes y de la de Barrio en Liébana por Joseph Gutiérrez de la Reguera, para llevar a cabo su dorado en 1768. En el contrato se especifica el empleo de «cola de retazos de guantes (sic) de Valdés»⁴⁰⁸. Asimismo, esta cola es aludida mucho tiempo después por Manuel Sáenz y García en su *Manual teórico-práctico del pintor, dorador y charolista* (1902) para aglutinar ambos tipos de yeso en la práctica del dorado al agua sobre tabla, como se verá más adelante.

En las *Ordenanzas de doradores de Madrid de 1614* se prohíbe el empleo de «cola de retazo de carnero, de abujeteros ni cabritos»⁴⁰⁹. Algunos contratos, sin embargo, inducen al empleo de «cola de retazo» para los dos tipos de yeso, como el concertado con Jacinto y Francisco de la Castañera Obregón en 1700 para llevar a cabo la pintura y dorado del retablo del altar mayor de la iglesia parroquial de Cacicedo⁴¹⁰.

Ya ha podido observarse en las condiciones de alguno de los contratos referidos que, como paso previo a la aplicación del yeso mate, se eliminaban ciertas imperfecciones que presentaba el yeso grueso. Esta práctica aparece en una de las condiciones establecidas para el dorado y estofado de un retablo en Arcos de la Frontera (1600) por parte de Bernabé Velázquez de Espinosa para Luis de Andino Gamaza, donde se indica que el maestro se obliga a raer («raello») el yeso grueso, aunque no se hace referencia a los enseres a utilizar⁴¹¹. A este efecto, los instrumentos más aludidos en los contratos son formones y escofinas, aunque se utilizaran generalmente, sobre todo, para la eliminación de gotas y rebabas en el yeso grueso⁴¹². Asimismo, también se empleaban lijas, como consta en el contrato concertado con Antonio González de Castro y Melchor Monje para dorar el retablo del altar mayor del monasterio de Nuestra Señora del Consuelo de Carmelitas Descalzos de Valladolid (1611), donde se indica que, tras colocar los trozos de lienzo, encolar la superficie, aplicar yeso grueso y una vez seca la superficie

*Instrumentos
para raer el
yeso*

⁴⁰⁸ *Ibidem*, p. 99.

⁴⁰⁹ CADIÑANOS BARDECI, I., *op. cit.*, p. 249.

⁴¹⁰ *Ibidem*, p. 66.

⁴¹¹ MURO OREJÓN, A., (1935), pp. 62-64.

⁴¹² Recuérdense las condiciones estipuladas y ya referidas del contrato para realizar las labores de dorado y policromía del retablo de la Concepción en la iglesia parroquial de Santiago por parte de Cristóbal Martínez de Estrada en Medina de Rioseco (1723). En él se estipulaba el empleo de escofinas y formones para el pulido del yeso grueso. GARCÍA CHICO, E., (1946), *op. cit.*, tomo tercero II, pintores, pp. 274-277.

[...] le an de dar con una lixa *que* quede bien liso [...]⁴¹³

También se pone especial énfasis en el delicado pulido de la superficie, tras la aplicación de las manos de ambos tipos de yeso. A ello se refiere Francisco Pacheco cuando indica que en su época se empleaba para este fin un cuchillo y lija suave («lixa blanda»)⁴¹⁴.

Las *Ordenanzas de Córdoba de 1493* recomiendan la utilización de «escarcetas de fierro»⁴¹⁵ en lugar de «cosetes de lija»⁴¹⁶ para pulir la preparación. La autora de este trabajo desconoce el aspecto de ambos así como el motivo que conduce a desechar uno de estos útiles en favor del otro, aunque de lo que sí ha quedado constancia es del habitual empleo de las primeras para estos fines en la época y de los ventajosos resultados que probablemente deparaba su utilización, al menos en lo que respecta al sur de la Península, ya que su empleo aparece como condición en diversos contratos de la zona, como el concertado para dorar y pintar un retablo por parte de Juan Ramírez, en Sevilla (1536):

[...] a de ser muy bien aparejado con muy buen yeso biuo y mate todas las manos que el maestro viere que seran menester para que despues que sea raydo con sus escarcetas? de manera que quede muy llano y liso para debuxar [...]⁴¹⁷

⁴¹³ GARCÍA CHICO, E., (1946), *op. cit.*, tomo II, pintores, pp. 146-149.

⁴¹⁴ PACHECO, Francisco, *op. cit.*, libro tercero, cap. VII, p. 506. Efectivamente, suele estipularse el escofinado y lijado del yeso grueso, mientras que para el mate son más comunes las referencias a su lijado y repaso con hierros de repasar, como se verá también posteriormente. Así, en el contrato concertado para llevar a cabo el dorado y pintura del retablo de la Concepción en la capilla de Antonio Ortiz del Hoyo en Santoña por Pedro de Bernalles (1667) se indica: «Y estando acabado de yeso grueso, bien lijado y escofinado, se ha de dar de mate [...] estando acabado de yeso mate y lijado [...]». GONZÁLEZ ECHEGARAY, M. C., *op. cit.*, p. 49. En el contrato concertado con Jacinto y Francisco de la Castañera Obregón para llevar a cabo el aparejo, dorado y estofado del retablo Mayor de la iglesia parroquial de Cacicedo en 1700 se incluye la siguiente condición: «[...] que le hayan de dar los aparejos necesarios [...] que son cinco manos de yeso vivo [...] lijándolas y escofinándolas muy bien para que no queden motas, rebabas ni repelos [...] y darles otras cinco manos de yeso mate, bien dadas, recorridas y repasadas, de manera que queden suaves, lisos y llanos dichos aparejos, sin rebabas ni ojos». *Ibidem*, p. 66.

⁴¹⁵ Carmen Rallo Gruss transcribe el término como «escarcentas». RALLO GRUS, C.: «Aportaciones de un texto en el Boletín de la Academia a la pintura mudéjar», *Boletín de la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando*, núm. 87, 1998, 241-283. Cfr. la p. 267.

⁴¹⁶ RAMÍREZ DE ARELLANO, R., *op. cit.*, p. 39.

⁴¹⁷ HERNÁNDEZ DÍAZ, J. (1937), *op. cit.*, IX, pp. 34-35.

El vocablo «escarcetas» quizás tenga relación con el término «escarcilar», que el *Vocabulario andaluz* de Antonio Alcalá Venceslada (1951) define como:

Quitar las rebabas de un ladrillo o loseta. Cortar un pedazo de éstos para amoldarlo a la obra.⁴¹⁸

Asímismo, el instrumento podría tener cierta similitud con el denominado «escarpelo», que el *Diccionario de la lengua española* define así:

Instrumento de hierro, sembrado de menudos dientecillos, que usan los carpinteros, entalladores y escultores para limpiar, raer y raspar las piezas de labor.⁴¹⁹

Quizás el aspecto del instrumento sea similar a los referidos por Cennini para pulir el yeso mate en las zonas planas⁴²⁰, que denomina «rafffiato piano» y «mella arrotata», y Fernando Olmeda Latorre traduce, respectivamente, como «raedera plana» y «rasqueta redondeada»⁴²¹.

Francisco Pacheco se refiere al empleo de un «cuchillo agudo y parejo de filos» para pulir la superficie del yeso con que se apareja la pintura al óleo sobre tabla. Mediante su empleo, la superficie quedaba «como una lámina», en palabras del autor⁴²².

Manuel Sáenz y García en su *Manual teórico-práctico del pintor, dorador y charolista* (1902) alude a un tipo de cuchilla, de forma cuadrada, afilada en todos sus bordes, con mango, que servía para pulir las zonas lisas en la preparación de los soportes para dorar. También se refiere al «hierro de escalones», que describe como «de forma plana y dentada»⁴²³.

⁴¹⁸ ALCALÁ VENCESLADA, A.: *Vocabulario andaluz*, (ed. facs. de la impresa por la Real Academia Española en 1951, est. Preliminar de Ignacio Ahumada), Jaén, Universidad de Jaén, Caja Sur, 1998, p. 180.

⁴¹⁹ REAL ACADEMIA ESPAÑOLA, (1978), *op. cit.*, p. 557.

⁴²⁰ Recuérdense las indicaciones del contrato concertado con Juan Ramírez, aludido en párrafos anteriores, donde se indica que estos útiles proporcionaban una superficie llana. En base, precisamente, a esta indicación, se desecha la idea de que el instrumento aluda a los hierros de repasar, que serán descritos posteriormente.

⁴²¹ CENNINI, Cennino, (1913), *op. cit.*, cap. CXXI, pp. 84-85. CENNINI, Cennino, (1988), *op. cit.*, cap. CXXI, p. 159.

⁴²² PACHECO, Francisco, *op. cit.*, libro tercero, cap. V, pp. 480-481.

⁴²³ SÁENZ Y GARCÍA, Manuel, *op. cit.*, p. 217.

Eugenio Herranz García, autor del siglo XX, dorador, que recoge las experiencias propias así como las que aprendió de su padre en la materia, hace referencia a la utilización del «hierro escalera» una especie de espátula dentada, que eliminaba o reducía las grandes desigualdades de la superficie, así como el «hierro plano», que la alisaba antes de pulir con lija⁴²⁴.

Estos instrumentos proporcionarían una superficie también más regular o plana que si únicamente se empleara la lija. Si esta herramienta no fuera dentada, podría evitarse incluso el uso de la lija y las marcas que ésta puede dejar.

Con respecto a los «cosetes de lija», la expresión quizás tenga relación con el material que, al menos en la época de Covarrubias y durante siglos posteriores, se empleaba para pulir. Así, este autor define el término «lixa» como:

Una especie de pescado, cuyo cuero es tan áspero que alisan con él los entalladores toda obra de madera.⁴²⁵

Manuel Sáenz y García en su tratado *Manual teórico-práctico del pintor, dorador y charolista* (s. XX), hace referencia al pulido del yeso para dorar mediante el empleo de la lija elaborada con la piel de un pescado de este mismo nombre, denominado también pintarroja⁴²⁶. Por otra parte, este autor describe otros tipos de lija utilizados en la época:

la hay vegetal, llamada *prela*; la constituye una planta acuosa denominada *Equisetur*, y sus hojas tienen una granulación conveniente para lijar; también se usa la de pañel de vidrio.⁴²⁷

Respecto al término «equisetur», con toda probabilidad alude a un tipo de helecho conocido vulgarmente como cola de caballo y cuyos tallos estriados

⁴²⁴ HERRANZ GARCÍA, Eugenio, *op. cit.*, pp. 31-32.

⁴²⁵ COVARRUBIAS OROZCO, Sebastián de, *op. cit.*, p. 715.

⁴²⁶ Este mismo autor describe la «lija» en los siguientes términos: «Es un pedazo de pellejo muy áspero, de la piel de un pescado, que tiene el mismo nombre». SÁENZ Y GARCÍA, M., *op. cit.*, p. 217. Asimismo, el término lija es identificado con la pintarroja en *Nueva Enciclopedia Larousse*, *op. cit.*, vol. 6, p. 5824.

⁴²⁷ SÁENZ Y GARCÍA, M., *op. cit.*, p. 218.

contienen sílice. A esta cola de caballo alude Francisco Vicente Orellana cuando se refiere al pulido de las superficies para dorar⁴²⁸.

Por otra parte, volviendo al vocablo «cosetes», es posible que éste pueda estar relacionado con «coretes», término con el que Francisco Pacheco designa trozos de piel o cuero empleados para pulir las carnaciones de pulimento⁴²⁹. Por tanto, quizás «cosetes de lija» haga referencia al cuero o piel de la lija (o pintarroja), que podía ser empleada en el proceso de pulido.

Por último, en cuanto a la aplicación de las bases preparatorias de los retablos, algunos contratos indican que este proceso debía llevarse a cabo en determinada época del año. En el concertado con Gaspar de Hoyos para pintar, dorar y estofar el retablo mayor de la catedral de Astorga, en 1569, se estipula cualquier mes, salvo el invierno:

[...] e para que la dha obra sea mas perpetua e permanezedera la ayan de aparexar en el tiempo mas necesario e conveniente que es en los ocho meses del año ezeptuando los quatro meses del Ynvierno dos antes de navidad y dos despues [...]⁴³⁰

Esta recomendación puede deberse, simplemente, a que tanto las colas como el yeso mezclado con cola gelifican rápidamente con las bajas temperaturas, lo que dificulta el trabajo de los operarios. Del mismo modo, esta observación quizás esté relacionada con la perdurabilidad del buen estado de la obra, como indica el contrato. Si ésta se prepara en tiempo seco⁴³¹, la madera puede protegerse en mayor medida de los agentes de deterioro ya que queda hasta cierto punto aislada con la aplicación sucesiva de todos los elementos preparatorios.

Una vez preparada la superficie con los estratos de yeso, se aplican las subsiguientes manos de bol, arcilla rojiza que proporciona una sutil superficie que acoge los delicados panes metálicos, tanto de oro como de plata, sin deteriorarlos y

Aplicación de los estratos de bol

⁴²⁸ VICENTE ORELLANA, Francisco: *Tratado de barnices, y charoles, enmendado, y añadido en esta segunda impression de muchas curiosidades, y aumentado al fin con otro de miniatura para aprender facilmente à pintar sin Maestro; y secreto para hacer los mejores colores, el oro bruñado, y en concha*, (trad. del francés al castellano por Francisco Vicente Orellana), Valencia, Imprenta de Joseph Garcia, 1755, pp. 195-196. *Nueva Enciclopedia Larousse, op. cit.*, vol. 3, p. 2083.

⁴²⁹ PACHECO, Francisco, *op. cit.*, libro tercero, cap. VI, p. 496.

⁴³⁰ GARCÍA CHICO, E., (1946), *op. cit.*, tomo I, pintores, p. 113.

⁴³¹ En contra de esta hipótesis se sitúa el hecho de que abril es un mes en el que se dan abundantes precipitaciones.

sobre los que la piedra de bruñir discurre con suavidad a la vez que comprime sus partículas. Este material aporta a la superficie una textura extraordinariamente suave, cualidad imprescindible para realizar el bruñido de los delicados panes de oro. Al mismo tiempo, su color cálido enriquece el del oro, ocultando roces y pequeñas faltas⁴³². Además de este bol con un tono más o menos rojizo, ha llegado a comercializarse una relativamente amplia gama de tonos, como puede observarse en la imagen siguiente, correspondiente a una pequeña colección que data del siglo XX⁴³³.



Fig. 22. Bol en forma de pellas con diversas tonalidades.

Ya se ha señalado que el arte egipcio cuenta con obras que han sido doradas sobre preparaciones constituidas por bases blancas sobre las que se han aplicado estratos amarillos o rojizos. Asimismo, Plinio en su *Naturalis Historia* (s. I. d. de C.) hace referencia al empleo de algunos materiales con el fin de elaborar una base sobre la que se aplicarían láminas de oro. Los materiales constituyentes de esa preparación, denominada «leucophorum», son «sil» claro, «Melia» griega⁴³⁴ y «Sinopis» de

⁴³² El bol es una variedad de tierra arcillosa de grano fino que contiene o suele contener óxidos de hierro que proporcionan un tono rojizo al material. Precisamente su condición de tierra arcillosa da lugar a que el bol presente las características de las arcillas, entre las que se incluyen su plasticidad y finura. CONEJO SASTRE, O., y otros: "Characterization of boles by TEM", *6th International conference on non-destructive testing and microanalysis for the diagnostics and conservation of the cultural and environmental heritage*, Roma, Mayo 17th-20th 1999, 1179-1191, p. 1180.

⁴³³ La autora de la tesis doctoral agradece a D. Lucio Maire, Dorador de Patrimonio Nacional, el préstamo de su colección para la realización de la fotografía.

⁴³⁴ BAILEY, K. C., *op. cit.*, parte II, XXXV, 17. 36, 19. 37, pp. 82-83. La tierra Melia procedía, en palabras de Plinio, de la isla de Melos o Milo, en las Cícladas. *Nueva Enciclopedia Larousse*, *op. cit.*, vol. 7, p. 6559. Otros autores que se han referido a la tierra Melia y su empleo en el ámbito de la pintura son Teofrasto en THEOPHRASTUS, *op. cit.*, IX. 61, pp. 81-82 y n. 62, p. 129, Vitrubio, que ya había referido la procedencia del material en VII, VII, cfr. VITRUVIUS: *On architecture* (versión en latín e inglés a partir del Harleian Manuscript 2767 de Frank Granger), 2 vols., I: libros I-V, II: libros VI-X, Londres, William Heinemann Ltd., 1970, (The Loeb Classical Library), vol. II,

Ponto⁴³⁵. Según Bailey, el primero es un ocre amarillo, el segundo podría ser una marga y, el «sinopis», un ocre rojo o la sustancia que generalmente se denomina bol⁴³⁶. De éste indica Plinio que existían diversas clases. La mejor era la procedente de Lemnos⁴³⁷ y Capadocia y se empleaba también para falsificar el bermellón (denominado minio por este autor) y como base en la pintura llevada a cabo con este pigmento⁴³⁸. Ya Vitrubio había indicado que la tierra roja o «rubricae» se extraía en numerosos lugares, aunque la mejor era la de Sínope en Pontus, Egipto, de las islas Baleares y de Lemnos⁴³⁹. Posteriormente San Isidoro de Sevilla alude al sinopis como un pigmento rojo⁴⁴⁰.

Dioscórides en su *De materia medica* (s. I-II d. de J. C.) hace también alusión a la tierra Lemnia, indicando que, una vez limpia y mezclada con sangre cabruna, se elaboraban con ella unas pastillas que eran marcadas con un sello⁴⁴¹. Andrés de Laguna, comentando la obra de este autor en *Acerca de la materia medicinal y de los venenos mortíferos* (Salamanca, 1566) alude a este material, señalando que existían varias clases, una de las cuales correspondía al almagre. Remite, a su vez, Laguna a la obra de Galeno. Este último señala que existía un monte rojizo del que se extraía la tierra, siendo sellada por una sacerdotisa de la diosa Diana. Para Laguna, la tierra lemnia era el material que en su época fue denominado «bolo armeno», y que en realidad no procedía de Armenia, sino de

pp. 112-113, Dioscórides en DIOSCÓRIDES, Pedacio, *op. cit.*, p. 400 y San Isidoro de Sevilla en SAN ISIDORO DE SEVILLA, *op. cit.*, vol. II, 17, 2, p. 453, y 17, 21, p. 457.

⁴³⁵ Según la *Nueva Enciclopedia Larousse*: «Ponto, en gr. Pontos, en lat. Pontus. Geogr. ant. Estado de Asia Menor, sobre el Ponto Euxino, entre el Fasis y el Halis [...]. Conocido por su riqueza agrícola y minera, sus ciudades principales fueron: Sinope, Cerasonte, Amasia [...]. Después de la muerte de Mitriades Eupator (63 a. J. C.), fue dividido por Roma». *Nueva Enciclopedia Larousse*, *op. cit.*, vol. 8, p. 7948.

⁴³⁶ BAILEY, K. C., *op. cit.*, parte II, XXXV, 17. 36 y 19. 37, pp. 82-83 y n. 36-37, pp. 212-213, XXXV, 13. 31. y n. 31. p. 208. Por otra parte, aunque Bailey indica que la tierra Melia puede ser una marga, de la isla de Milo se han extraído grandes cantidades de tierra de alumbre. V. *Nueva Enciclopedia Larousse*, *op. cit.*, vol. 7, p. 6385.

⁴³⁷ Isla griega del mar Egeo. Lemnos estuvo sucesivamente bajo la dominación macedónica, romana y bizantina. En la época de las cruzadas cayó en poder de los venecianos y de los genoveses. *Nueva Enciclopedia Larousse*, *op. cit.*, vol. 6, p. 5724.

⁴³⁸ BAILEY, K. C, liber XXXV, cap. VI, 12. 30, 13. 31, 32, 14. 33, 34, 15. 35, pp. 78-81 y n. 30, 31, 32, 33, 34, 35, pp. 208-211.

⁴³⁹ VITRUVIUS, (1970), *op. cit.*, (VII, VII), pp. 112-113.

⁴⁴⁰ SAN ISIDORO DE SEVILLA, *op. cit.*, vol. II, 17, 3, pp. 452-453.

⁴⁴¹ DIOSCÓRIDES, Pedacio, *op. cit.*, p. 383.

Lemno y presentaba color rojizo. Según el autor, el legítimo bol arménico (de acuerdo con Galeno) venía de Armenia y era amarillo⁴⁴².

Álvaro Alonso Barba en su *Arte de los metales...* (1640) lo describe indicando esta procedencia (Armenia) y señalando, además, su abundancia en España y, dentro de ésta, en las Islas Orientales (¿Baleares?). Además de aportar algunos enrevesados datos sobre los materiales citados, identifica sinopsis con bol común:

El que llaman comunmente Bol Armenico, por ser opinion que se trae de la Armenia, es semejante a la tierra de Lemnia dicha, desdize su color de rojo en amarillo, ay lo muy bueno, y en grandissima abundancia, en los minerales de este Reyno, y en particular en el cerro Rico de Potosi, y en los de Eruro. Vsase en remedios constrictiuos, y para restañar la sangre. Es este Bol comun, a lo que sienten muchos, la Rubrica Synopica de Dioscorides; y el Bol Armeno Oriental la verdadera tierra Lemnia.⁴⁴³

Bol arménico

En algunos casos, los contratos aluden al bol arménico, como se indica en las condiciones para el dorado y pintura del ya referido retablo para la iglesia de Santa María de Sanlúcar la Mayor de Sevilla (1530) o en las del concertado con Blas Hernández para dorar el sagrario de la iglesia de Nuestra Señora de los Remedios, de la ciudad de San Cristóbal, en Tenerife (1537):

[...] y apareje su obra de sus dos yesos bivo y mate como conviene e rayga toda su obra e de sus manos de bol armenico como conviene a muy buena obra [...]⁴⁴⁴

[...] e vos obligáis a me dar todo el oro que fuere menester para la dicha obra e ansimismo el matiz de azul e bolarmenico [...]⁴⁴⁵

Bol de procedencia española

Es muy probable el empleo en la época de bol de procedencia española, ya que al tratarse de una tierra, material que se halla con relativa frecuencia, es prácticamente segura la localización de alguno de sus yacimientos en España. Este

⁴⁴² *Ibidem.*

⁴⁴³ ALONSO BARBA, Álvaro: *Arte de los metales en que se enseña el verdadero beneficio de los de oro, y plata por açogue, el modo de fyndirlos todos, y como se han de refinar, y apartar unos de otros*, Madrid, en la Imprenta del Reyno, 1640, Biblioteca Nacional, R. 7731, p. 4.

⁴⁴⁴ HERNÁNDEZ DÍAZ, J., (1937), *op. cit.*, IX, p. 26. Es posible, sin embargo, que la expresión bol armenio no aluda a su procedencia y se refiera únicamente a un bol de calidad.

⁴⁴⁵ TARQUIS, M. y VIZCAYA, A., *op. cit.*, p. 42.

material resultaría, lógicamente, más barato que el armenio. Ya se ha hecho referencia al texto de Álvaro Alonso Barba, que aludía al de las Islas Baleares y el de Potosí y Eruro, allende los mares. Asimismo, la aplicación de boles de procedencia autóctona es ya referida por Francisco Pacheco, que alude al de Llanos (casi negro, fuerte) indicando que el que se utiliza en Andalucía, es

[...] más suave y amoroso que el de Castilla.⁴⁴⁶

Este bol de Llanos referido por Francisco Pacheco probablemente sea de Llanes, en Asturias. Algunos contratos se refieren a éste, es decir, al «bol de llanes», como el concertado por Juan Gómez de Rucoba para llevar a cabo el dorado y pintura del retablo de la capilla de los Rada en la parroquia de San Ginés de Rada en 1614⁴⁴⁷, ya mencionado, o el acordado para dorar, estofar, encarnar y pintar el retablo de la Concepción en la capilla de don Antonio Ortiz del Hoyo en 1667⁴⁴⁸. Igualmente se refieren a este bol las *Ordenanzas de doradores de Madrid de 1614*, donde se indica que

[...] el bol con que se aparexa la dicha obra que es el ultimo material sobre que se a de asentar el oro aya de ser de Llanes y mina de Asturias que es lo más *perfecto* y donde mejor asienta el oro y más [...] a y a falta, de la de Seuilla [...]⁴⁴⁹

Incluso un autor de comienzos del siglo XX, Manuel Sáenz y García, en su *Manual teórico-práctico del pintor, dorador y charolista* se refiere al bol como

[...] una tierra mineral que se cría en Llanes (Asturias). Tiene un color rojo obscuro; también lo hay de otras localidades más claro, pero es preferible á todos el de Llanes.⁴⁵⁰

⁴⁴⁶ Este autor refiere también la práctica andaluza de la adición de lápiz de plomo molido al bol, así como el proceso de aplicación de los panes metálicos. La mezcla de lápiz de plomo al bol fue un hábito muy aceptado en siglos posteriores, como se deduce de las recomendaciones de Sáenz y García, autor de comienzos del siglo XX. Según Pacheco, esta práctica no se daba en Castilla. V. PACHECO, Francisco, *op. cit.*, libro tercero, cap. VII, pp. 506-507 y SÁENZ Y GARCÍA, Manuel, *op. cit.*, p. 221.

⁴⁴⁷ GONZÁLEZ ECHEGARAY, M. C., *op. cit.*, p. 15.

⁴⁴⁸ *Ibidem*, p. 49.

⁴⁴⁹ CADIÑANOS BARDECI, I., *op. cit.*, p. 249.

⁴⁵⁰ SÁENZ Y GARCÍA, Manuel, *op. cit.*, pp. 220-221.

Número de capas
de bol a aplicar

Generalmente, el número de manos acordadas para el bol es el mismo que para el yeso grueso o mate, si bien a veces se estipula la aplicación de una más o una menos. Otro dato sobre el que insisten determinados contratos es su molienda adecuada, aspecto éste imprescindible por tratarse del material sobre el que la delgadísima hoja metálica se deposita y bruñe⁴⁵¹. Francisco Pacheco refiere la aplicación de cinco manos de bol, que previamente debía molerse⁴⁵².

Ciertos documentos destacan, además, la importancia de la adecuada elaboración de la templa del bol. Las *Ordenanzas de doradores de Madrid de 1614* indican al respecto:

[...] y que la cola con *que* el dicho bol a de estar en su punto *ni* fuerte ni flaca y que sea la dicha *cola* de lo contenido en el capitulo anterior y no otra alguna [...]⁴⁵³

La cola referida en el capítulo anterior de las *Ordenanzas* era la que debía emplearse en la elaboración de los yesos grueso y mate. Como se recordará, en este documento se prohibía para este fin el empleo de «retazo de carnero», «de abujeteros» y «cabritos»⁴⁵⁴.

Clara de huevo
para aglutinar
el bol en
documentos
españoles

Además, en algunos contratos se indica que el bol se aglutinaba con clara de huevo, como el concertado en 1510 por Gómez Fernández, para la pintura y dorado de una tribuna en la iglesia de San Marcos de Sevilla⁴⁵⁵.

⁴⁵¹ Cfr., por ejemplo, el contrato acordado para aplicar el aparejo, dorado y estofado del retablo Mayor de la iglesia parroquial de Cacicedo en 1700 con Jacinto y Francisco de la Castañera Obregón en el que se estipula la aplicación de cinco manos de cada tipo de yeso y otras cinco de bol. V. GONZÁLEZ ECHEGARAY, M. C., *op. cit.*, p. 66. Lo mismo ocurre en el contrato establecido para dorar y estofar el retablo de la iglesia de San Pedro de Aalejos en Valladolid por Francisco Martínez y Lázaro Andrés, donde además se prescribe la molienda del material. GARCÍA CHICO, E., (1946), *op. cit.*, tomo I, pintores, p. 301. Asimismo, aún a comienzos del siglo XX Sánchez y García insiste sobre la fina molienda del bol y la limpieza del proceso de embolado. SÁNCHEZ Y GARCÍA, M., *op. cit.*, p. 221.

⁴⁵² PACHECO, Francisco, *op. cit.*, libro tercero, cap. VII, p. 507.

⁴⁵³ CADIÑANOS BARDECI, I., *op. cit.*, p. 249.

⁴⁵⁴ *Ibidem*.

⁴⁵⁵ MURO OREJÓN, A., (1935), *op. cit.*, pp. 21-25. Sin embargo, Francisco Pacheco en su tratado indica el empleo de cola animal. PACHECO, Francisco, *op. cit.*, libro tercero, cap. VII, pp. 506-507. En general, los documentos españoles se refieren al empleo de este aglutinante, como se verá posteriormente. Cfr., también, a modo de ejemplo, SÁENZ Y GARCÍA, Manuel, *op. cit.*, pp. 221, 224.

Ciertos documentos, como el contrato concertado con Jerónimo de Calabria para dorar un retablo para la capilla de San Juan Bautista de la orden de los Carmelitas Descalzos de la ciudad de Valladolid (1624) se refieren, además, a uno de los incómodos problemas que suelen surgir cuando se aplica esta compleja preparación de las tablas para dorar. La superficie enyesada puede verse afectada por la aparición de pequeñas burbujas, anomalía que actualmente y dentro de la terminología asociada al oficio de dorador, se conoce como «ojillo»:

*Aparición de
«ojillo»*

Primeramente es condicion el que aya de aparexar todo el dho rretablo con cola fresca [...] y los aparexos delgados de modo que no se cubra las molduras [...] ligando el yeso grueso y mate pa que quede liso y dandole cinco manos de bol bien molido y con la mano primera sea de pasar la mano muy bien apretada con el bol y el yeso mate por si acaso ubiere algunos oxos que se quiten y se incorpore lo uno con lo otro.⁴⁵⁶

Francisco Pacheco se refiere igualmente a este tipo de defecto en el yeso y al método que empleaban algunos de sus coetáneos para solventarlo:

y siempre se ha de traer en el yeso mate la mano ligera y la brocha llana a una y otra parte, la cual ha de ser suave y blanda. Tienen algunos por bueno echalle un poco de aceite de comer al yeso mate, particularmente en el invierno para evitar los ojetes que suele hacer. También he visto a buenos doradores echar el de linaza, pero muy poco. Ni del uno ni del otro usaría yo en mis aparejos, por ningún caso.⁴⁵⁷

Como ya se ha indicado, la aparición de estos «ojetes» suele denominarse actualmente como «ojillo». Las pequeñas burbujas de aire en el yeso provocan al estallar la aparición de menudos orificios en su superficie. Su aparición suele ser atribuida al exceso de calor de la papilla de yeso aglutinada, a la mezcla demasiado rápida del yeso con la templa, a que ésta sea demasiado débil (es decir, con exceso de agua), o a la contaminación de la superficie donde se aplica la capa de yeso con polvo o grasa. Como ha podido observarse, para solventar este problema, Francisco Pacheco señalaba que sus coetáneos solían añadir al yeso aceite de comer (¿de oliva?) o de linaza. Efectivamente, cuando la superficie está ligeramente engrasada debido, por ejemplo, a un excesivo contacto con las manos, si la siguiente capa también es grasa, se adhiere mejor que si fuera magra. Para Pacheco, sin embargo, no resulta recomendable el empleo de este aceite. Verdaderamente, como las posteriores

⁴⁵⁶ GARCÍA CHICO, E., (1946), *op. cit.* tomo tercero II, pintores, p. 165.

⁴⁵⁷ PACHECO, Francisco, *op. cit.*, libro tercero, cap. VII, p. 506.

manos de bol son magras y el dorado también se efectúa al agua, toda base grasa mermaría la adherencia de estos estratos y de la lámina de oro.

Ley del oro Con respecto a la naturaleza del oro a emplear en el retablo, los contratos insisten sobre su pureza. La proporción de un metal fino en una pieza metálica se indica mediante su ley. Ésta se expresa en milésimas. Así, de acuerdo a Octavio Gil Farrés en su *Historia de la moneda española* (1976):

Cuando se dice que una moneda tiene mil milésimas de oro ha de interpretarse que es totalmente de dicho metal; si tiene 750 milésimas son sólo $\frac{3}{4}$ de metal amarillo; si 500 milésimas, únicamente la mitad.⁴⁵⁸

Según este autor, la plata más fina estaba constituida por 12 dineros y el oro fino tenía 24 quilates. El dinero se divide en 24 granos y el quilate en 4. Continuando con las equivalencias más utilizadas, el dinero equivale a 83,333 milésimas y el grano a 3,472 milésimas; a su vez, el quilate equivale a 41,66 milésimas y el grano de oro a 10,41. Según este autor, en la Edad Media las monedas de plata eran de 11 dineros y 12 granos (958 milésimas) y las de oro eran de 23 $\frac{3}{4}$ quilates (989,5 milésimas), ya que los monederos no eran capaces de separar todas las impurezas⁴⁵⁹.

Muchos de los contratos de los siglos XVI y XVII reclaman la pureza del oro indicando que no ha de tratarse de aleaciones. A modo de ejemplo, en el que se refiere a la pintura, dorado y estofado por Pedro de Herrera de un retablo de la capilla de Dña. Francisca de Bracamonte del Monasterio de San Andrés el Real de Medina del Campo (1587) y en el contrato concertado para realizar las mismas labores en el retablo mayor de la parroquia de Santa Catalina por Andrés y Melchor Sarabia, en Sevilla (1624) se indica:

Yten me obligo de dorar e pintar y estofar [...] y todo lo demas con la caja y la figura de san juan tengo que dorar todo lo que fuere nezesario lo cual a de ser de muy fino oro de doblones sin que en todo el dho retablo ni en parte del se gaste ningun pan ni cosa de plata ni oro falso [...]⁴⁶⁰

⁴⁵⁸ GIL FARRÉS, O., *op. cit.*, p. 67.

⁴⁵⁹ *Ibidem*.

⁴⁶⁰ GARCÍA CHICO, E., (1946), *op. cit.* tomo tercero I, pintores, p. 210.

[...] y lo ha de dorar todo de oro fino bruñido [...] que no tenga liga de metal ni plata por quanto el metal lo pone muy bermejo y la plata verde [...]⁴⁶¹

Efectivamente, el oro se ve influenciado por el color del metal de la aleación. Así, el cobre proporciona un color rojizo, mientras que la plata da lugar a un oro verdoso. En la actualidad por la expresión «oro falso» se entiende una aleación, en la que habitualmente participan cobre, cinc y estaño en diversas proporciones, con lo que su color varía⁴⁶². En el siglo XVI, también existían panes de latón, denominándose «oropel», como indica Ricardo Córdoba de la Llave en su interesante trabajo sobre la industria medieval cordobesa en el siglo XV, los cuales eran fabricados entonces por los «oropeleros», mientras los de oro y la plata lo eran por los batihojas⁴⁶³, también denominados «batifullers» en la zona nororiental peninsular⁴⁶⁴.

Como fase previa e ineludible a la fabricación de los panes, o al empleo, en general de los metales, éstos debían afinarse, es decir, purificarse, mediante diversos sistemas. Ricardo Córdoba de la Llave incluye estas labores entre las que realizaban los batihojas durante el siglo XV, en Córdoba. El sistema de copelación se empleó de forma masiva, hasta 1555, en que se utiliza el de amalgamación con mercurio, para lo cual las minas de Almadén constituyeron una ayuda fundamental⁴⁶⁵.

Afinación de los panes de oro

⁴⁶¹ MURO OREJÓN, A., (1935), p. 89.

⁴⁶² Sobre los diferentes tipos de panes metálicos existentes en la actualidad, v. HILD, K. W.: *Manual del pintor decorador*, (vers. de la 3ª ed. alemana por R. F. Villa del Rey), Barcelona, Gustavo Gili, 1950, pp. 217-218.

⁴⁶³ CÓRDOBA DE LA LLAVE, R.: *La industria medieval de Córdoba*, Córdoba, Obra cultural de la Caja Provincial de Ahorros de Córdoba, 1990, p. 253.

⁴⁶⁴ Otro de los términos utilizados es «verberator». MADURELL, J. M. (julio 1944), *op. cit.*, vol. II-3, pp. 43-44. La traducción para este término, «verberator, oris» es «azotador», quizás por la acción de golpear los metales. V. MIGUEL, Raimundo de: *Nuevo diccionario latino-español etimológico* (ed. facs. del *Nuevo diccionario Latino-español etimológico, escrito con presencia de las obras más notables en este género publicadas en otros países desde la época del Renacimiento hasta nuestros días, enriquecido con un gran número de voces, frases y modismos extractados de los autores clásicos, seguido de un tratado de sinónimos y de un vocabulario español-latino, para uso de los jóvenes que frecuentan nuestras escuelas*, 11ª edición corregido y aumentada, Madrid, 1897, pról. de la ed. actual de Luis Alberto de Cuenca), Madrid, Visor Libros, 2000, p. 975.

⁴⁶⁵ Ricardo Córdoba de la Llave se refiere a ambos sistemas en *Ibidem*, p. 254. A su vez, Julio Sánchez Gómez realiza una muy detallada exposición de éstos aplicados a la afinación de la plata en su magnífico trabajo sobre la antigua minería española. SÁNCHEZ GÓMEZ, J.: *De minería, metalurgia y comercio de metales*, 2 vols., Salamanca, Instituto Tecnológico Geominero de España, 1ª ed., 1989, vol 1, pp. 163-164, 308-324. También son de interés las aportaciones de Juan de Arfe y Villafañe. V. ARFE Y VILLAFAÑE, Ivan de: *Quilatador de oro, plata y piedras*, Madrid,

Como se ha indicado, ya dentro del arte egipcio existen ejemplos de aplicación de panes dorados sobre soportes de madera. En algunos documentos se hace alusión a los fabricantes de estos panes. Asimismo, existe una representación en una tumba egipcia (VI dinastía, 2250 a. de JC.) de un operario que parece dedicarse a esta función⁴⁶⁶. A continuación se aporta el proceso de fabricación de los panes, ya que su quehacer puede resultar similar al que realizaran estos artesanos durante el siglo XVI. A este respecto, Ricardo Córdoba de la Llave indica que se ha mantenido prácticamente inalterado hasta nuestros días⁴⁶⁷.

Elaboración de
los panes

Una vez se habían afinado los metales, se hacían láminas de los mismos y se cortaban en cuadros. Seguidamente, se realizaba su batido mediante la «soldada» y el «molde». Tanto uno como otro eran finos recortes de piel entre los que se incluían las láminas de metal que habían de ser batidas. El tamaño de la soldada y el molde era dado por los batidores en base al «caire», pieza de metal de dimensiones establecidas por el cabildo. Entre cada pieza o «tela» de la soldada se introducía el cuadrado de metal, de menor tamaño que ésta, superponiéndose, hasta cerrar el conjunto con piezas de pergamino. A continuación, se martilleaba. Cuando el material llegaba a ocupar toda la superficie de la soldada se cortaban las piezas de metal en otras más pequeñas y se introducían en el molde, repitiéndose esta operación las veces que fuera necesario. Por último, los panes se comercializaban dispuestos en libros⁴⁶⁸.

Antonio Francisco de Zafra, criado de su Magestad, en su Real Bolateria, 1678, Biblioteca Nacional de Madrid, R/9537, pp. 9-19 y 290-295.

⁴⁶⁶ ODDY, A.: "Gilding through the ages", *Gold Bulletin*, 1981, 14, 75-79. V. especialmente la p. 76.

⁴⁶⁷ CÓRDOBA DE LA LLAVE, R., *op. cit.*, p. 256. En el Ms. de Lucca (s. VIII) se describe la forma de elaborar estos panes. ANÓNIMO: *Compositiones ad tingenda musiva*, (Hjalmar Hedfors), Uppsala, Almquist & Wiksells Boktryckeri, 1932, pp. 21-23.

⁴⁶⁸ CÓRDOBA DE LA LLAVE, R., *op. cit.*, pp. 254-256. Otro dato de interés aportado por Ricardo Córdoba de la Llave hace referencia a que el oro de los batidores (según las *Ordenanzas de Batidores* del Archivo Municipal de Córdoba VI, 18, 37, cap. 1º) debía ser de 23 quilates, al menos. Se refiere también a los «batifullers» barceloneses, que estipulan en el s. XV una ley de al menos 23 quilates y cuarto. *Ibidem*.



Fig. 23. El batihoja⁴⁶⁹.

Como ha podido observarse en el documento del siglo XVI que se refería al dorado y estofado por Pedro de Herrera de un retablo del Monasterio de San Andrés el Real de Medina del Campo (1587), se recomendaba el empleo de oro de doblones⁴⁷⁰. Es frecuente que en los contratos se especifique la fabricación de los panes a partir de las monedas. Éstas constituían elementos de fiabilidad respecto a la ley de los metales finos. Durante el reinado de los Reyes Católicos se veló por el saneamiento de la moneda castellana, de modo que el oro tuviera la ley de 23 quilates $\frac{3}{4}$ para el oro fino y la plata de 11 dineros y 4 granos. Sin embargo, las monedas no conservaron siempre esta ley. Así, durante el reinado de Carlos I, las Cortes de Valladolid de 1523 solicitaron la bajada de la ley de las monedas a 22 quilates. El motivo esgrimido fue que los acompañantes flamencos del rey se llevaban la moneda española por ser superior en ley a la utilizada en el exterior⁴⁷¹.

Elaboración de los panes a partir de monedas

⁴⁶⁹ Imagen extraída del facsímil de la obra SACH, Hans y AMMAN Jost, *op. cit.*, p. 40.

⁴⁷⁰ El término «doblon» se aplicó a ciertas monedas españolas acuñadas entre 1497 y 1868. *Nueva enciclopedia Larousse, op. cit.*, vol. 3, p. 3024. V. el capítulo dedicado a las monedas efectivas y de cuenta de Castilla e Indias durante el siglo XVI con sus equivalencias en LORENZO SANZ, E.: *Comercio de España con América en la época de Felipe II*, 2 t., t. II: *La Navegación, los tesoros y las perlas*, Valladolid, Institución Cultural Simancas de la Diputación Provincial de Valladolid, 1980, pp. 54-97. Cfr. especialmente las pp. 66-67. Igualmente, son interesantes las referencias al respecto en SOCIEDAD ESTATAL PARA LA CONMEMORACIÓN DE LOS CENTENARIOS DE FELIPE II Y CARLOS V, *op. cit.*, p. 397. Otros documentos que hacen referencia al empleo de doblones para la manufactura de los panes de oro en el siglo XVI pueden hallarse en GARCÍA CHICO, E., (1946), *op. cit.*, tomo tercero I, pintores, p. 123 y 150.

⁴⁷¹ GIL FARRÉS, O., *op. cit.*, p. 384. Este autor indica que aún Felipe IV rebajó el fino del oro a 21 $\frac{1}{4}$ quilates para las monedas inferiores a la onza. *Ibidem*, p. 392.

Éste constituye un dato a tener en cuenta sobre la posible ley de los panes de la época.

Las condiciones de algunos contratos del área nororiental de la Península Ibérica se refieren también al empleo del ducado, probablemente debido a que esta fue una moneda de notable arraigo en aquella zona, donde primeramente se implantó⁴⁷².

Además de esta indicación del empleo de doblones y ducados se alude también frecuentemente a los cruzados⁴⁷³. El cruzado tuvo una ley de 23 $\frac{3}{4}$ quilates en la época de los Reyes Católicos, tiempo en que se le identifica con el ducado. Durante el siglo XVI se emitieron monedas de oro de uno, dos y cuatro cruzados. Según Gil Farrés, su ley era de 22 $\frac{1}{8}$ quilates⁴⁷⁴. A modo de ejemplo del requerimiento del empleo del oro de esta moneda, se aporta una de las condiciones para dorar y pintar un retablo para la capilla de san Pablo de la Catedral de Sevilla (1530), por Pedro Fernández de Guadalupe:

Yten todo el oro que este dicho retablo se gastare sea fino de oro de cruzados.⁴⁷⁵

De la misma manera, también se empleó el oro de los castellanos. Durante la época de Felipe II esta moneda era de 22 quilates⁴⁷⁶.

⁴⁷² Esta moneda se introdujo en la península Ibérica en 1477. Su ley era de 23 $\frac{3}{4}$. Primeramente se implantó en la Corona de Aragón, donde su hegemonía se da en la primera mitad del siglo XVI, siendo sustituida después por el escudo, excepto en Barcelona, en la que se mantiene hasta el siglo XVII. A partir de 1537 el escudo, de 22 quilates, se convertiría poco a poco en la unidad áurea nacional. *Nueva enciclopedia Larousse, op. cit.*, vol. 4, p. 3089. Con los Reyes Católicos esta moneda equivalía a 375 maravedís. Con Felipe II equivalía a 429. GIL FARRÉS, O., *op. cit.*, pp. 376 y 388. LORENZO SANZ, E., *op. cit.*, tomo II, pp. 64-65.

Por otra parte, entre los contratos que se refieren a esta moneda se encuentran, por ejemplo, el concertado en 1527 con Pedro Nunyes para realizar la pintura del retablo de Capella, en Ribagorza (Huesca). V. MADURELL, J. M., (enero 1944), *op. cit.*, vol. II-1, p. 13, o el acordado con Jaume Forner para realizar la pintura del ya mencionado retablo de Santa Agnes de Malenyans (1535), en el que debe emplearse «or fi de ducat». V. *ibidem*, (julio 1994), pp. 25 y 28.

⁴⁷³ V., REAL ACADEMIA ESPAÑOLA, (1978), *op. cit.*, pp. 382-383, GIL FARRÉS, O., *op. cit.*, p. 388. Eufemio Lorenzo Sanz indica que el ducado o cruzado fue una moneda de oro empleada durante el reinado de los Reyes Católicos. Entonces tenía un valor de 375 maravedís. LORENZO SANZ, E., *op. cit.*, tomo II, pp. 64-65.

⁴⁷⁴ GIL FARRÉS, O., pp. 457, 476-477.

⁴⁷⁵ HERNÁNDEZ DÍAZ, J., (1933), *op. cit.*, p. 85.

⁴⁷⁶ Según la Nueva Enciclopedia Larousse: «Moneda de oro acuñada en Castilla. Se dio este nombre a unas doblas de oro del reinado de Alfonso XI, que llevaban un castillo en el anverso. Cuando

Si bien de una sola moneda se obtenían un gran número de panes (Palomero Páramo refiere 125 para el ducado), el empleo de éstas para su fabricación contribuyó a la desmonetización, lo que constituyó uno de los motivos que propiciaron la pragmática que Carlos III promulgó en el siglo XVIII con el fin de evitar el dorado de los retablos⁴⁷⁷.

Generalmente, son documentos del siglo XVII los que aluden a los quilates que debe tener el oro, oscilando entre veintidós y veinticinco⁴⁷⁸, a pesar de que estudiosos de este tema como Eufemio Lorenzo Sanz, establecen que el oro puro tenía, como en la actualidad, una ley máxima de 24 quilates⁴⁷⁹. Una de las condiciones para dorar, estofar y pintar el retablo de San Diego de Alcalá para la iglesia de Nuestra Señora de la Victoria, Valladolid (1601) por Pedro Diez Minaya y otra para efectuar dorado, estofado y encarnado del retablo mayor de la iglesia de Santa Isabel de Valladolid (1621) por Marcelo Martínez indican la ley del oro a emplear:

[...] buen oro fino de beinte y dos quilates [...] ⁴⁸⁰

[...] a de dorar de oro bruñido de 25 quilates y subido de color y bien refinado para que sobre ello se estofe. ⁴⁸¹

Algunos documentos, asimismo, excluyen el empleo del denominado «oro partido». Esta expresión se refiere a aquellos panes que están constituidos por una parte de plata y otra de oro superpuestas, de manera que la porción de este último metal era más delgada que un pan de oro fino al uso, con lo que resultaban más económicos.

Oro partido

procedieron a la reforma del caótico sistema monetario de Castilla, los Reyes Católicos adoptaron como unidad el doble castellano, que recibió el nombre de *excelente*, mientras el castellano recibía el de *medio excelente*. Desapareció en 1642». *Nueva enciclopedia Larousse, op. cit.*, p. 1786. V. también PALOMERO PÁRAMO, J. M., *op. cit.*, p. 87. En época de Felipe II equivalía a 544 maravedís. V. GIL FARRÉS, O., p. 388.

⁴⁷⁷ PALOMERO PÁRAMO, J. M., *op. cit.*, pp. 87-89.

⁴⁷⁸ Como se ha indicado, la ley máxima es de 24 quilates, con lo que posiblemente este dato constituye un error en el documento.

⁴⁷⁹ LORENZO SANZ, E., *op. cit.*, tomo II, p. 57.

⁴⁸⁰ GARCÍA CHICO, E., (1946), *op. cit.*, tomo tercero II, pintores, p. 7.

⁴⁸¹ *Ibidem*, tomo tercero I, pintores, p. 353.

Las *Ordenanzas de la Cofradía de San Lucas de artistas pintores de Zaragoza de 1502* requieren el empleo de «oro fino» en lugar de este «oro partido»⁴⁸². Igualmente, ciertos contratos manifiestan su interés en que no se emplee el material. A modo de ejemplo, véase una de las condiciones que se incluyen en el contrato para realizar el dorado, estofado y pintura del retablo mayor de la iglesia de Santa María en Medina de Río Seco, Valladolid (1601) por Pedro de Oña:

Yten es condicion que todo el rretablo y qustodia se aya de dorar de oro mui fino en todas las partes que fuere necesario sin que toda la obra llebe xenero de plata oro partido ni otro metal sino solo oro y este oro que passe de veinte y tres quilates.⁴⁸³

Asimismo, Córdoba de la Llave se refiere a la manufactura de estos panes por parte de los batihojas⁴⁸⁴.

Pese a las recomendaciones referidas, algunos estudios técnicos han puesto de manifiesto la utilización de «oro partido» en algunos retablos. El empleo de este tipo de panes pudo quizás constituir una elección más barata para el cliente que el oro fino, o bien pudo emplearse, como indicaban las *Ordenanzas de Zaragoza de 1502*, de forma fraudulenta. En cualquier caso, su empleo resulta desafortunado, por la degradación que experimenta el material⁴⁸⁵. Es posible que ya en el siglo XVI fueran conocidos los efectos negativos que deparaba su utilización, lo que pudo originar las reticencias a su empleo. Por otra parte, éstas pueden constituir, simplemente, la desaprobación lógica del uso fraudulento de un material más barato, en lugar del que se ha pagado.

No es frecuente, como en el caso del bol, que los documentos se refieran a la procedencia del oro. Sin embargo, parece que el castellano fue apreciado frente al sevillano (que probablemente se corresponde con el procedente de Indias), al menos durante una determinada época. Los datos que aporta una de las condiciones para

⁴⁸² V. Archivo Municipal de Zaragoza, Pre-4, Cridas del año 1502, fols. 86-87v, en FALCÓN PÉREZ, M. I., *op. cit.*, p. 603.

⁴⁸³ GARCÍA CHICO, E., (1946), *op. cit.*, tomo tercero I, pintores, p. 250.

⁴⁸⁴ CÓRDOBA DE LA LLAVE, *op. cit.*, p. 256.

⁴⁸⁵ Las láminas de plata pueden experimentar alteración por formación de sulfuro o cloruro de plata. Algunos estudios efectuados sobre obra real constatan estos nefastos efectos. V. COLINART, S. y EVENO, M.: "Sculptures médiévles allemandes: Conservation et restauration", *Actes du colloque organisé M. Louvre*, 6-7 Décembre 1993, 159-175. V., especialmente, las pp. 162-165. MARTIN, E., EVENO, M. y RESSORT, C.: "L'ornamentation métallique et ses altérations", *Techne*, 7, 1998, 105-108.

pintar, dorar y estofar el retablo de Nuestra Señora del Rosario del convento de San Andrés de Medina del Campo (1629) por Francisco de Pineda Aranda así parecen indicarlo:

[...] y no se gaste oro de sevilla sino de castilla la vieja bueno
fino ni oro partido plata ni doradura [...] ⁴⁸⁶

Esta preferencia quizás pudo deberse a que el ensaye o determinación de la ley de los metales realizado en Indias (que después llegaría a Sevilla) no siempre fue exacto. En 1561 la plata mal ensayada ocasionó cuantiosos perjuicios a la economía de los compradores, lo que quizás generó la desconfianza del comprador. Lorenzo Sanz así lo indica, refiriéndose a variaciones que oscilaban en 200 maravedís por encima o por debajo de lo indicado en las barras de metal ⁴⁸⁷.

Numerosos documentos insisten en que deben dorarse las diversas piezas, incluyendo las zonas ocultas de las mismas o que se aprecian en menor medida. El contrato establecido para realizar el dorado y estofado del retablo mayor del monasterio de la Concepción de Sevilla (1586) por Agustín de Colmenares así lo testimonia:

*En ocasiones
no se dora todo
el retablo*

[...] han de ser doradas todas las figuras por detrás y por delante
y las ystorias por delante porque no tienen respaldo que dorar [...] y
todo lo perteneciente al dicho rretablo de muy buen oro fino bruñado. ⁴⁸⁸

Otros documentos, sin embargo, permiten no se doren ciertas partes del retablo, lo cual supondría el abaratamiento del coste de la obra. Estas zonas, más difícilmente observables, son citadas en el contrato ya referido, concertado con Antonio González de Castro y Melchor Monje para efectuar las labores de dorado y estofado del retablo mayor de los Carmelitas Descalzos de Nuestra Señora del Consuelo de Valladolid (1611):

[...] el qual oro a de ser de beinte y quatro quilates fino resañado
todas las faltas [...] solo se podra dexar de dorar las espaldas de los
santos y lo que no se biere de los nichos puestos los santos aunque las

⁴⁸⁶ GARCÍA CHICO, E., (1946), *op. cit.*, tomo tercero I, pintores, p. 371.

⁴⁸⁷ LORENZO SANZ, E., *op. cit.*, tomo II, p. 84.

⁴⁸⁸ MURO OREJÓN, A., (1935), p. 60.

espaldas an de llebar las mesmas labores de colores finos que llebaren los bestidos por delante.⁴⁸⁹

Plata corlada

Asimismo, en numerosas ocasiones se indica que en el guardapolvo del retablo se emplee plata corlada, es decir, plata sobre la que se aplicaba un barniz dorado de tal modo que se imitaba el aspecto del oro. Ésta es denominada «plata coldrada» en algunos documentos aragoneses que, por otro lado, se refieren al guardapolvos como «polsera»⁴⁹⁰. Esta corla, recibía también el apelativo de «doradura»⁴⁹¹. Las descripciones de su elaboración son ciertamente variadas, existiendo ejemplos verdaderamente remotos⁴⁹².

En algunos de los contratos de retablos se prohíbe la falsificación del dorado mediante esta técnica. Una de las condiciones para dorar, estofar y encarnar el retablo mayor de la iglesia de Santa María de Velilla, en Palencia, por Francisco Martínez (1640) así lo indica:

[...] sea de yr dorando todo el rretablo asi escultura como arquitectura de oro bruñido lo mas fino y subido de color y de mas cuerpo que se hallare sin que en ello aya plata ni doradura ni otra cosa

⁴⁸⁹ GARCÍA CHICO, E., (1946), *op. cit.*, tomo II, pintores, p. 148.

⁴⁹⁰ V. la concordia de capitales para ejecutar la pintura de un retablo para la capilla de San Julián de la iglesia del Pilar por Miguel y Johan Jiménez (1499) en SERRANO Y SANZ, M., (enero-junio 1916), *op. cit.*, p. 475.

⁴⁹¹ V., por ejemplo, el contrato concertado con Antón Pérez para pintar y dorar un retablo para el monasterio de Sancti Spíritus de Ceuta (1535) en HERNÁNDEZ DÍAZ, J., (1937), *op. cit.*, IX, p. 29.

⁴⁹² A modo de ejemplo, puede citarse una receta que aparece en el manuscrito *Livro de cómo se facen as côres*, de Abraham ben Judah Ibn Hayyim que terminó de escribir en Loulé (Portugal) en 1262. En la fórmula se mezclan resina, aceite de lino y áloe, que aporta un color amarillento. V. BLONDHEIM, D. S.: "An old Portuguese work on manuscript illumination", *The Jewish quarterly review*, vol. XIX, 1928-1929, 97-135. V., especialmente, la p. 134. Asimismo, Francisco Pacheco se refiere a la «doradura» en su *Arte de la pintura* (siglo XVII) describiendo su aplicación al sol. Una vez seca, había de darse otra mano de «orines». V. PACHECO, Francisco, *op. cit.*, libro tercero, cap. VII, p. 508. Antonio Palomino describe la elaboración de esta sustancia, que denomina «barniz de corladura». Este autor indica que servía para que una pieza plateada pareciera dorada. Los ingredientes que intervienen en la fórmula son aceite de linaza, ajo, resina de pino, acíbar (áloe), litargirio, pez griega y grasilla (sandárica o goma del enebro según Covarrubias). COVARRUBIAS OROZCO, Sebastián de, *op. cit.*, p. 604. Palomino prescribe la aplicación de dos manos al sol. V. PALOMINO DE CASTRO Y VELASCO, Antonio, *op. cit.*, libro IX, cap. XV, III, pp. 510-511. Francisco Vicente Orellana proporciona una descripción muy similar a la de este autor. V. VICENTE ORELLANA, Francisco, *op. cit.*, pp. 61-62. Pueden consultarse otras recetas en *ibidem*, pp. 68-69, 72, 130.

que oro parezca sino todo muy bien puesto y bruñido que parezca oro de martillo.⁴⁹³

Para que el dorado quede perfecto, el operario tenía que «resañar» («resanar», según la terminología actual relacionada con el oficio) el oro. Este término se refiere a la colocación de pequeñas porciones de los panes en aquellas zonas donde existieran faltas del mismo. Pues bien, en algunos contratos, generalmente más tardíos, ya del siglo XVII, que suelen aportar mayor información sobre este punto, se insiste sobre la realización de un dorado primoroso, en el que no sólo se resanaban las partes vistas, sino también las estofadas. Así, en el concertado para dorar, pintar y estofar el retablo mayor de la iglesia de San Miguel de Valladolid (1618) por Francisco Martínez, se indica:

Tras aplicar los panes, debía resanarse el oro

Yten es condicion que despues del aparexo [...] sea de dorar de oro bruñido bien rresañado [...] que enriquezca el dho rretablo como si ubiera de yr de solo oro sin llevar ninguna cosa estofada.⁴⁹⁴

Otro tipo de defectos que suele presentar el oro son descritos en diversos contratos. A continuación se aportan, respectivamente, las alusiones a éstos en diversos documentos, como el concertado para dorar y estofar el retablo mayor del monasterio de las Huelgas Reales de Burgos (1671) por Pedro Guilleron, el concertado con Juan Martínez para dorar los retablos colaterales de la iglesia de Santa Cruz de Medina de Ríoseco en Valladolid (1697), el establecido con Jacinto y Francisco de la Castañera Obregón para preparar, dorar y estofar el retablo del altar mayor de la iglesia parroquial de Cacicedo de Santander (1700) y el correspondiente al dorado del retablo mayor de la iglesia de Santa María de Valladolid (1752) por Manuel de Urosa:

[...] muy bien bruñido sin roçones y sin fuegos [...]⁴⁹⁵

[...] dhos rretablos colaterales an de ser muy bien dorados de oro limpio sin que queden resanos ni arañoses por que parecen mal.⁴⁹⁶

⁴⁹³ GARCÍA CHICO, E., (1946), *op. cit.*, tomo tercero I, pintores, p. 348.

⁴⁹⁴ *Ibídem*, p. 333.

⁴⁹⁵ GARCÍA CHICO, E., (1946), *op. cit.*, tomo tercero II, pintores, p. 229.

⁴⁹⁶ *Ibídem*, p. 255.

[...] dorado de buen oro, bien tratado, bruñido y resanado, sin manchas, fuegos rozones ni paradas de piedra, todo como buen arte requiere.⁴⁹⁷

[...] oro linpio bien resanada y bien bruñido sin dejar descansos de piedra ni fuegos [...] ⁴⁹⁸

El vocablo «fuegos» quizás se refiera al color que adquiere el oro cuando, a través de algún deterioro en el mismo, o debido a un bruñido excesivo, se transluce el bol rojo, mientras que las expresiones «descansos de piedra» o «paradas de piedra» aluden a las marcas que la piedra de bruñir puede dejar en la pieza cuando la presión ejercida en las diferentes zonas, que comprime y afecta tanto al bol como al yeso, es desigual.

Algunos contratos indican que el aspecto que debía presentar el retablo dorado es de «oro de martillo»⁴⁹⁹. Otra de las curiosas expresiones utilizadas es, por ejemplo, «asqua de oro»⁵⁰⁰.

*Dorado con oro
mate y oro
molido*

Por último, durante los siglos XVI y XVII fue muy común dorar de oro mate o con oro molido utilizado a modo de pigmento (posiblemente utilizando como aglutinante un medio acuoso⁵⁰¹), ciertas zonas de las tablas como los nimbos, así como algunos detalles y los cabellos de las imágenes de bulto de los personajes sacros. Respecto a este último punto (los cabellos), los contratos consultados del siglo XVI suelen referirse al dorado mate, mientras que los del siglo XVII y algunos del XVI aluden al oro molido. Francisco Pacheco, precisamente, se refiere a ambas prácticas, prefiriendo la última, ya que él mismo la practicó en la imagen de Nuestra Señora de la Espectación encargada por Juan Gómez de Mora para la Condesa de Olivares en 1625⁵⁰². De la primera indica:

⁴⁹⁷ GONZÁLEZ ECHEGARAY, M. C., *op. cit.*, p. 66.

⁴⁹⁸ GARCÍA CHICO, E., (1946), *op. cit.*, tomo tercero II, pintores, p. 300.

⁴⁹⁹ V. el contrato concertado con Jacinto y Francisco de la Castañera Obregón para preparar, dorar y estofar el retablo del altar mayor de la iglesia parroquial de Cacicedo (Cantabria), en 1700. GONZÁLEZ ECHEGARAY, M. C., *op. cit.*, p. 66.

⁵⁰⁰ Véanse las condiciones para el dorado y estofado de un retablo para la capilla de las Angustias en Medina del Campo (1624) por Lorenzo Muñiz en GARCÍA CHICO, E., (1946), *op. cit.*, tomo tercero I, pintores, p. 384.

⁵⁰¹ El autor del manuscrito *Reglas para pintar* hace referencia al empleo de goma arábica con oro molido. BRUQUETAS GALÁN, R., (1998), *op. cit.*, p. 39.

⁵⁰² PACHECO, Francisco, libro tercero, cap. III, *op. cit.*, p. 463.

Acostumbraban algunos dorar de oro mate los cabellos de las imágenes y de los niños, y oscurecerlos después con sombra de Italia a olio; ya se va esto dexando [...]⁵⁰³

Y de la segunda:

[...] vemos de ordinario unos peleteados muy desabridos en algunos Niños, donde suelen usar algunos realzar con oro molido sobre un color muy negro que parecen cabellos de bronces y azófar, debiendo considerar que las luces de los cabellos han de ser de la casta del color de todo el pelo y que el oro, como última luz, se ha de unir con lo que está debaxo, como sucede en los cabellos rubios de las buenas pinturas.⁵⁰⁴

Sin embargo, el autor concluía que ya no empleará este peleteado, ya que con los pigmentos habituales le bastaba para imitar la naturaleza:

Yo lo he usado, pero no bañado, sino peleteado en lugar de color claro; si bien, ya no usaré de oro en nada, pudiendo con colores imitar lo que quiero.⁵⁰⁵

Respecto al siglo XVI y a modo de ejemplo, se aportan una de las condiciones para dorar, pintar y estofar el retablo de la capilla de los Benavente de Medina de Ríoseco (Valladolid), por Antonio de Salamanca y Francisco de Valdecañas (1551) y otra relativa a la pintura del retablo de la capilla de San Ildefonso de la iglesia de San Francisco en Palencia por Roque Fernández y Luis de Pedrosa (1571):

que lo que toca a todas las figuras sean sobre el estofado matizadas de muy finos colores transparentes y sobre los colores labrados de oro molido de muy graciosos recamados.⁵⁰⁶

Primeramente que toda la dha obra del rretablo [...] y despues de coloridas sean con oro molido fechas cosas dibersas a punta de pinzel

⁵⁰³ *Ibídem*, libro tercero, cap. VI, p. 497.

⁵⁰⁴ *Ibídem*, libro tercero, cap. VI, p. 499.

⁵⁰⁵ *Ibídem*.

⁵⁰⁶ GARCÍA CHICO, E., (1946), *op. cit.*, tomo tercero I, pintores pp. 55-56.

sobre las ropas y enbeses destas dhas ystorias [...] y los cabellos destos serafines y virgenes y otras figuras [...] sean los cabellos de oro mate.⁵⁰⁷

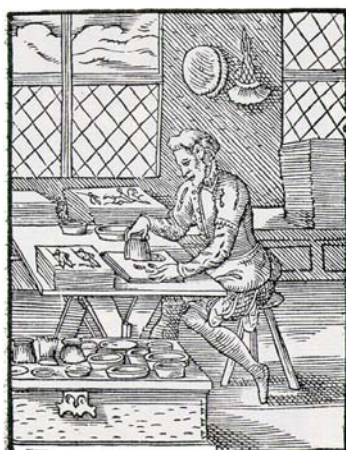


Fig. 24. El iluminador. Aunque el operario no es un dorador de retablos, sino de pergamino, la imagen ilustra espléndidamente la labor del dorador, que pudiera sostener la denominada *polonesa* o *pelonesa*, especie de pincel empleado para depositar el oro, que se ha mantenido hasta la actualidad⁵⁰⁸.

Aportación de
los tratados
respecto a la
aplicación de
las
preparaciones

Además de la información que sobre el ámbito de las preparaciones de la pintura sobre tabla aportan contratos y ordenanzas, el estudioso de estos temas puede contar, además, con la que proporcionan los tratados que, en ocasiones, describen estos procesos más detalladamente. A continuación se aportan las referencias correspondientes al ámbito territorial actual español, si bien se han insertado algunas que corresponden a autores italianos. Por una parte, los tratados de estos últimos corresponden a períodos de tiempo en que se echan en falta las referencias de textos españoles y, en otros casos, como los correspondientes al siglo XVI, se han incluido debido a que aportan datos esenciales sobre las imprimaciones.

⁵⁰⁷ *Ibidem*, pp. 95-99. A modo de ejemplo, para el siglo XVII, se aportan una de las condiciones para dorar, estofar y encarnar el retablo mayor de la iglesia de Santa María, en Tordesillas (1667), por Pedro de Guilleron: «[...] la ymagen de la concepcion que las orillas an de ser de oro molido y en el manto unas estrellas de oro molido tambien. [...] an de ser peleteados de oro molido las cabeças de las dos ymagenes de nra Sra de la Asumpcion y Concepcion [...]» y una de las estipuladas en el contrato concertado con Diego de Abendaño para dorar y estofar el retablo mayor de la iglesia de Santa Cruz, en Medina de Río Seco (Valladolid), en 1665: «Item que una ymagen de nra Señora de la Concepcion [...] y el manto a de ser de açul fino feneças con estrellas de oro molido obscurecido y el cabello a de ser plateado [peleteado?] de oro molido [...]». En, respectivamente, GARCÍA CHICO, E., (1946), *op. cit.*, tomo tercero II, pintores, p. 227 y 239-240.

⁵⁰⁸ Imagen extraída del facsímil de la obra *Eygent-liche Beschreibung Aller Stände auff Erden*. V. SACH, Hans y AMMAN Jost, *op. cit.*, 1973, p. 28.

Entre los textos presumiblemente correspondientes a nuestro ámbito geográfico se encuentra el *Codex Matritensis*, que ha sido datado hacia el año 1130. Fue escrito posiblemente en Cataluña y probablemente se basa en recetas griegas e italianas. Entre el compendio de recetas que aporta relativas a la elaboración de algunos pigmentos, tintes, dorados, etc., se haya una para dorar sobre tabla que presenta grandes paralelismos con otra existente en el manuscrito *Compositones ad tingenda musiva*, también denominado *Manuscrito de Lucca* (c. 796-816). Ambos textos constituyen algunas de las primeras fuentes escritas que hacen referencia a la preparación de soportes de madera para dorar mediante el empleo de yeso. En los dos se indica que la preparación se llevaba a cabo en base a la mezcla de cola animal mezclada con yeso cribado (no se especifica el tipo). Una vez secas las capas, se pule y dora la superficie. Ninguno de los documentos menciona la aplicación de bol. Los textos señalan que, tras su aplicación, se pulía la superficie de yeso con un cuchillito afilado y se doraba⁵⁰⁹. Si se pretendía un dorado al agua brillante, no mate, el hecho de no aplicar bol reduce esta posibilidad, aunque, como se ha indicado, algunos estudios técnicos aludidos indican que la aplicación de un yeso especialmente homogéneo y fino podría hacer innecesaria la aplicación de bol. Por otra parte, debe indicarse que, aunque se trate de un dorado sin bruñir, realizado al agua o con un mordiente óleoresinoso, puede conseguirse cierto brillo en el oro, aunque no iguala el conseguido mediante el empleo de bol y el uso de bruñidores.

*Codex
Matritensis y
Manuscrito de
Lucca*

El tratado de Teófilo, ya mencionado, se ha incluido en este apartado por su referencia al empleo del yeso en la pintura sobre tabla, a pesar de que, generalmente, se contempla como muy posible su procedencia alemana⁵¹⁰. Se trata de una obra escrita alrededor de los siglos XI o XII. En ella se describe la preparación de las tablas a partir de la mezcla de yeso y cola animal, que se aplicaba sobre la superficie

Teófilo

⁵⁰⁹ El *Codex Matritensis* señala: «(si) de aurationem ligni fuerit gipseo.& bluti de corio taurino. Cappilatum minutatim. (5) & fiat ipse corio crudo. & bulliat incaccabum nouum cum aqua. & deferueat dies duos & tres. (6) a tempera cum gipso cribellato. & uolens inligno aut inparietem fac. (7) & tolle pelle desquato. & equa illud bene. & postquam siccauerit rade cum curtellum acutum & deaurea postea». BURNAM, J. M.: *Recipes from Codex Matritensis*, (ed. paleográfica de John M. Burnam), Serie II, vol. VIII, Cincinnati, University Press, Cincinnati, Ohio, 1912, 5-47, BN Ms. A16 (ahora Mtr. 19), LXXVIII, p. 28. El *Manuscrito de Lucca* indica: «et si deauratione lignum fuerit, cum gipso. Bluta faciatur corius taurinum, crudum, capelatum et bul<u>iat in caccabum nobum cum aqua, ut deferbeat dies II et III dies. Temperas cum gipso, et vole<u>s, in ligno aut ubi volueris, fac. Et tollet pellem desqua<ma>tu<m> [quadriga] cum ipsum gipsum et pos illum sicum rade cum cultellum acutum et deaura postea». ANÓNIMO (1932), *op. cit.*, p. 23. Como puede comprobarse este texto es muy similar al del *Codex Matritensis*.

⁵¹⁰ El hecho de que se aluda a este material en tratados supuestamente procedentes del Norte de Europa (punto que habría que confirmar), puede deberse a la influencia ejercida por el autor de una primera fuente, que a su vez pudo ser repetida, modificada o ampliada en diversos textos.

previamente cubierta de piel o de un lienzo encolado. Este autor recomienda utilizar yeso sometido a un proceso de calentamiento y molido sobre una piedra con agua, con lo que podría tratarse de un yeso grueso en el que cierta cantidad de sus partículas podrían haber fraguado. A continuación se calienta en un recipiente de barro con cola y se aplica sobre la superficie a preparar. Para efectuar su pulido aconseja el uso de la planta denominada «hierba de rasurar»⁵¹¹. Esta es la preparación que el monje Teófilo recomienda con el fin de blanquear las tablas, pero sin aludir a su dorado⁵¹².

Cennino Cennini

Con respecto a la Baja Edad Media, aunque hasta el momento no se han hallado en España testimonios escritos detallados relativos a la elaboración y aplicación de preparaciones, el proceso, sin duda, era muy similar al italiano, con lo que se ha juzgado oportuno volver la vista hacia los textos de Cennino Cennini, uno de los tratadistas que más exhaustivamente detallan este tema. Su *Il libro dell'arte*, de fines del siglo XIV, se ubica temporalmente en el Gótico, período en el que aún las figuras huyen de los contextos espaciales más o menos naturalistas, circunscribiéndose a los fondos dorados. Paneles pictóricos y molduras suelen prepararse mediante el empleo de los dos tipos de yesos.

Este autor aconseja estructurar la preparación de acuerdo al empleo de «gesso grosso» y «gesso sottile» («yeso grueso» y «yeso mate» de acuerdo a la terminología española), salvo en pequeños trabajos, donde sería posible prescindir del primero. Como se verá posteriormente, en España es muy común, sin embargo, prescindir del estrato de yeso mate⁵¹³. Tras haber aplicado tres manos de cola sobre la superficie de la madera y encolado tiras de lienzo sobre el soporte, se procede a aplicar la capa de preparación propiamente dicha. En cualquier caso, el autor advierte que ha de emplearse únicamente un día en este proceso.

*Función de los
primeros estratos
de cola*

Para Cennini, los estratos previos de cola cumplían una función fundamental. En palabras del autor:

E sai che fa la prima colla? Un'acqua che viene a essere men forte; e appunto come fussi digiuno e mangiassi una presa di confetto, e

⁵¹¹ Este tipo de lija podría ser la que describía Manuel Sáenz como «[...] una planta acuosa denominada *Equisetum*, y sus hojas tienen una granulación conveniente para lijar» SÁENZ Y GARCÍA, M., *op. cit.*, pp. 217-218.

⁵¹² HAWTHORNE, J. G. y STANLEY SMITH, C., (1979), *op. cit.*, cap. 19, p. 27.

⁵¹³ Más adelante podrán compararse los resultados de los estudios efectuados sobre obra italiana y española.

beessi un bicchiere di vino buono, ch' è uno invitarti a disinare, così è questa colla: è un farsi accostare il legname a pigliare le colle e gessi. [¿Y sabes para qué sirve la primera mano de cola? Una entrada que invita a abrir boca, y de la misma forma que, estando en ayunas, pruebas un plato de confites y bebes un vaso de buen vino y es una invitación para cenar, así es esta cola: es una forma de preparar la madera para recibir la cola y el yeso.]⁵¹⁴

Como se recordará, Cennini recomienda el empleo de yeso de Volterra para elaborar el «gesso grosso». Para su utilización, el yeso ha de ser «purgato ed è tamigiato a modo di farina» (purgado y tamizado como si fuese harina). A continuación, se mezcla con cola sobre la piedra de moler, extendiéndose con espátula. Ya en caliente, es aplicado de nuevo con espátula sobre los planos lisos y con brocha sobre los relieves del retablo, donde se dará un mayor número de manos (tres o cuatro). Tras dejar secar durante dos o tres días, se pulen los planos con la rasqueta de hierro y los relieves con unos útiles que define como

*Aplicación del
yeso grueso de
acuerdo a
Cennini*

[...] certi ferretti che si chiamano raffietti, come vedrai a dipintori, di piu ragioni fatte. [...] unas herramientas de hierro como rasquetas ganchudas que habrás visto utilizar a los pintores y que tienen distintas formas.]⁵¹⁵

Estas herramientas, probablemente, sean similares a las que en la actualidad se denominan «hierros de repasar» y son utilizadas por los doradores. Manuel Sáenz y García en su *Manual teórico-práctico del pintor, dorador y charolista* (1902) alude aún a esos útiles, describiéndolos de la siguiente manera:

Son de varias formas y figuras, en lo general de punta curva en forma de garabato, desde un milímetro de ancho en su punta, cuyo hierro se llama de granear, hasta el ancho de pulgada ó más, cuyos hierros se llaman de blandear. Los hay de forma recta ó cuadrada en su punta, y se llaman cuadrados, y también completamente agudos ó en punta, y se llaman de arpar. Hay también hierros mayores, y se forman de un cuadrado completo, afilado en sus cuatro caras y un mango en el centro; este hierro sirve para recorrer los lisos.⁵¹⁶

⁵¹⁴ CENNINI, C., (1913), *op. cit.*, cap. CXIII, p. 80. CENNINI, C., (1988), *op. cit.*, cap. CXIII, pp. 153-154.

⁵¹⁵ *Ibidem*, cap. CXV, p. 81. *Ibidem*, cap. CXV, p. 155.

⁵¹⁶ SÁENZ Y GARCÍA, M., *op. cit.*, p. 217.

Los hierros de repasar sirven para dar la forma adecuada a las labores de yeso, retirando aquel que obstruye oquedades y distorsiona los relieves. Como se recordará, numerosos contratos españoles hacen hincapié en este aspecto.

La aplicación del yeso grueso está destinada esencialmente a cubrir las imperfecciones más notorias del soporte. Cennini así lo indica:

e fa' che generalmente ogni difetto di piani e di mancamento di cornici si medichino di questo ingessare. [y consigue que a grandes rasgos se disimulen los defectos de los planos y las faltas de las molduras con este enyesado].⁵¹⁷

*Aplicación del
yeso mate de
acuerdo a
Cennini*

Como se recordará, este autor indica que, una vez obtenido el yeso mate a partir del yeso grueso, y ya convertido en panes y seco, se coloca en un recipiente con agua, de modo que absorba toda la que pueda. A continuación, se muele y deposita en un paño, retorciéndolo con el fin de eliminar parte del agua sobrante. Entonces, se toma un pan y se introduce en un recipiente con cola. Este pan de yeso se corta en rebanadas y va deshaciéndose con los dedos, evitando la aparición de burbujas. Este punto es importante para el dorado, ya que evita la aparición del ojillo en el yeso.

Además, Cennini aconseja estimar previamente la cantidad necesaria de «gesso sottile» que ha de ser molido, de modo que no resulte insuficiente y tenga que molerse después más cantidad. El diferente contenido en agua de los «gesso sottile» resultantes daría lugar a que luego, al ser mezclados con cola, no tuvieran el mismo vigor, lo cual, según este autor, debe evitarse. Efectivamente, no es conveniente la aplicación sucesiva de capas de un yeso más fuerte o duro que el anterior, como es conocido entre los versados en el campo de los procedimientos pictóricos, ya que, si esta diferencia es acusada, las capas superficiales, al secar, pueden arrastrar o tirar de las inferiores, provocando el desprendimiento conjunto de los estratos de preparación.

*Según Cennini,
los estratos de
yeso mate han
de ser más
débiles que los
del grueso*

Continuando con esta idea, Cennini señala que los estratos de yeso mate deben ser más débiles que los de yeso grueso. Para ello, según el autor, tanto uno como otro tipo de yeso se aglutinan con la misma cola, si bien el contenido en agua del yeso mate tras su molienda hace que éste resulte menos fuerte. El autor justifica así esta diferencia:

⁵¹⁷ CENNINI, C., (1913), *op. cit.*, cap. CXV, p. 81. CENNINI, C., (1988), *op. cit.*, cap. CXV, p. 155.

E vuole essere il gesso sottile temperato meno che 'l gesso grosso. La ragione? Che il gesso grosso è tuo fondamento d'ogni cosa. [Es necesario que temples menos el yeso apagado que el alabastro yesoso. ¿Cuál es el motivo de esto? que el alabastro es el fundamento para tu trabajo.]⁵¹⁸

Para conservar la temperatura del «gesso sottile» y al mismo tiempo evitar que hierva, Cennini indica que el puchero debe mantenerse al baño María. La primera mano se aplica con pincel, extendida, a la vez que va frotándose la superficie con la mano. De este modo, se consigue sin duda una mayor integración con el estrato anterior de yeso grueso. Las siguientes ya no se frotan y van alternando su sentido, aplicándose sobre la capa anterior sin que haya finalizado su secado. Este autor recomienda la aplicación de un mayor número de capas de yeso mate sobre los planos (al menos ocho) que en los relieves, quizás para no distorsionar las formas. A continuación, Cennini prescribe un eficaz secado de las tablas (que no deben exponerse al sol), durante 48 horas y, como fase final, el pulido de las diversas zonas.

Antes de proceder al perfeccionamiento del yeso, se aplica polvo de carbón sobre la superficie, extendiéndolo con una pluma. De este modo puede diferenciarse la parte de la superficie que se ha pulido de la que aún lo necesita. Se emplean hierros para las molduras y rasqueta en los planos. En el caso en que no se disponga de tiempo, Cennini sugiere el uso de una pieza de lino humedecida⁵¹⁹.

*Pulido del yeso
de acuerdo a
Cennini*

Este autor detalla también en su tratado una de las labores más hermosas que sus coetáneos solían realizar en las superficies doradas: las labores de relieve en yeso. Para ello, se emplea yeso mate, molido con cola y mezclado con una pequeña cantidad de bol de Armenia, de modo que aporte cierto matiz rojizo. Este material se dispone en un recipiente que se mantiene caliente. Con un pincel de marta mojado en el yeso, se marcan los relieves. Cennini explica que algunos autores solían, además, aplicar dos manos de yeso apagado sobre la superficie realzada. Él, sin embargo, no lo recomienda, ya que considera desacertada la aplicación de demasiadas manos de

*Labores de
relieve en yeso*

⁵¹⁸ *Ibidem*, cap. CXVII, p. 82. *Ibidem*, cap. CXVII, p. 157. Como se ha indicado, aunque Fernando Olmeda Latorre traduce «gesso grosso» como «alabastro yesoso», no debieran identificarse ambas expresiones, ya que el término alabastro hace referencia a un tipo específico de yeso no aludido en el texto original.

⁵¹⁹ *Ibidem*, cap. CXX, CXXI, pp. 84-85. *Ibidem*, cap. CXX, CXXI, pp. 159-160.

yeso. Este autor también aconseja el empleo de este material para adherir piedras preciosas o de cristal, de diversos colores⁵²⁰.

Además, según este mismo autor, con el yeso especificado o algo más fuerte de cola, podían obtenerse relieves para decorar los retablos a partir de moldes de barro o greda. Para ello, se unta el molde con aceite, rellenándolo con yeso caliente. Una vez frío, se extrae la figura y se deja secar. Para adherirla en el lugar donde se desea colocarla, se utiliza el yeso empleado para hacer relieves o preparar las tablas. Se presiona con el dedo aplicándose a continuación una o dos manos de este yeso también sobre la figura. Con la punta del cuchillo se repasan las imperfecciones⁵²¹.

Una vez preparado el soporte según se ha descrito, se procede a realizar el dibujo de las figuras. Para ello, de acuerdo a Cennini, se utilizan carbones de sauce, marcando las sombras. Durante algunos días, el artífice debe dedicarse a perfeccionar este dibujo. Después, se borran los trazos con un manojo de plumas, pero de modo que aún se intuyan, y se repasan con tinta contornos y sombras⁵²².

Según Cennini, los contornos de las figuras sobre fondo dorado deben repasarse con una aguja. Si se obvia este paso, estos perfiles desaparecen una vez dorada la pieza ya que, como es sabido, los trozos de pan de oro no se ajustan exactamente a la zona que se pretende aderezar con este material y pueden invadir el área correspondiente a las figuras. Por tanto, esta operación ayuda al artífice a no perder su dibujo cuando, tras dorar, se dispone a pintar⁵²³.

*Aplicación de bol
según Cennini*

En cuanto a la aplicación de los estratos de bol, Cennini explica que, primeramente, se seleccionaba bol de Armenia («bolio armenico») de calidad. Seguidamente, se refiere a la elaboración de la templa, para lo que el autor recomienda el empleo de clara de huevo:

[...] Abbi la chiara dell'uovo in iscodella invetriata, ben netta. Togli una scopa con più rami, tagliata gualiva e, come rompessi lo spinace o ver minuto, così rompi questa chiara tanto che venga piena la scodella d'una schiuma soda, che paia neve. Poi abbi un bicchiere comune non troppo grande, non tutto pien d'acqua ben chiara, e mettila

⁵²⁰ *Ibidem*, cap. CXIX, p. 84, cap. CXXIV, pp. 86-87. *Ibidem*, cap. CXIX, p. 158, cap. CXXIV, pp. 162-163.

⁵²¹ *Ibidem*, cap. CXXV, p. 87. *Ibidem*, cap. CXXV, pp. 163-164.

⁵²² *Ibidem*, cap. CXXII, pp. 85-86. *Ibidem*, cap. CXXII, pp. 160-162.

⁵²³ *Ibidem*, cap. CXXIII, p. 86. *Ibidem*, cap. CXXIII, p. 162.

sopra la detta chiara della scodella. Lasciala riposare e stillare dalla sera alla mattina. Poi, con questa tempera, macina il detto bolio tanto, quanto più puoi. [...] Pon la clara de huevo en un tazón esmaltado, bien limpio. Toma una escobilla con muchas puntas, cortadas uniformemente e, igual que si removieras espinacas o ensalada, bate la clara hasta que el tazón quede lleno de una espuma espesa, que parece nieve. Luego coge un vaso normal, no demasiado grande, llénalo de agua, aunque no hasta el borde y viértela en el tazón, sobre la clara. Déjala reposar toda una noche. Luego mezcla este temple con el bol todo lo que puedas.]⁵²⁴

Como se recordará, documentos españoles, si bien escasos, también se refieren al empleo de clara de huevo como aglutinante del bol.

Seguidamente, Cennini describe detalladamente la delicada fase de aplicación de los estratos de bol:

Abbi una spugna gentile; lavala bene e intignila in acqua ben chiara; priemila. Poi, dove vuoi mettere d'oro, va' fregando gentilmente con questa spugna non troppo bagnata. Poi con uno pennello grossetto di vaio stempera di questo bolio, liquido si come acqua, per la prima volta; e dove vuoi mettere d'oro e dove hai bagnato colla spugna, va' mettendo di questo bolio distesamente, guardandoti dalle ristate che fa alcuna volta il pennello. Poi sta' un pezzetto: rimetti di questo bolio nel tuo vasetto, e fa' che sia la seconda volta con più corpo di colore. E per lo simile modo ne da' la seconda volta. Ancora il lascia stare un poco: poi vi rimetti su nel detto vasello più bolio, e rimetti all' usato la terza volta, guardandoti dalle ristate. Poi vi rimetti nel detto vasello più bolio, e per lo simile modo da' la quarta volta: e per questo modo rimane mettudo di bolio. [Toma una esponja suave; lávala bien y empápala con agua muy limpia; escúrrela. Luego espera un poco: vuelve a echar bol en el vasito y haz que para la segunda mano esté más cargado de color. Y con esto aplica la segunda mano. Espera otro poco: luego echa de nuevo bol en el vasito y, siguiendo el mismo método, aplica una tercera mano, evitando que se marquen las pinceladas. Después echa más bol en el vasito y con el mismo procedimiento da otra mano: de esta forma quedará aplicado el bol.]⁵²⁵

⁵²⁴ *Ibidem*, cap. CXXXI, pp. 89-90. *Ibidem*, cap. CXXXI, pp. 166-167.

⁵²⁵ *Ibidem*. *Ibidem*.

Otra manera de templar el bol consistía, según Cennini, en molerlo con la clara, añadiendo agua⁵²⁶. Por último, se eliminan las asperezas del bol con una raedera fina, y con agua y una pequeña cantidad de clara de huevo se va humedeciendo la zona a dorar con un pincel de marta. Para depositar el pan de oro sobre la pieza a dorar emplea un papel con las esquinas romas. A su vez, recomienda la utilización de unas pinzas con el fin de colocar el pan sobre este papel. El aplacado⁵²⁷ del oro se realiza mediante el uso de algodón. Cennini indica, además, que los panes deben superponerse. La figura 25 muestra diversas imágenes en las que se aprecia el enyesado de la tabla con el dibujo, embolado y aplicación de los panes de oro superpuestos. El proceso de dorado se completa con el bruñido del oro, para lo cual pueden utilizarse diversas piedras como amatistas, esmeraldas, topacios, granates, espinelas y dientes de animales carnívoros como perro, león, lobo, gato o leopardo. Según Cennini, en verano debía dorarse durante una hora y bruñir en la siguiente. Si el tiempo era excesivamente seco, debía mantenerse la obra en una zona húmeda y si era fresco, en un lugar aireado. Asimismo, la superficie a bruñir debía estar perfectamente limpia. Con esta última recomendación se evita rayar el oro al pasar la piedra de bruñir sobre la superficie⁵²⁸.



Fig. 25. Los dibujos representan, a la izquierda, la imagen de una tabla sobre la que se han aplicado los estratos de yeso, realizado el dibujo subyacente y marcado estos contornos con la aguja. El dibujo central muestra el aspecto que presentaría una tabla tras haber sido aplicados los estratos de bol. A la derecha, se observa la colocación de los panes de oro superpuestos. El hecho de haber repasado el dibujo con un instrumento punzante como paso previo al dorado de la tabla permite intuir los contornos de la figura a través de los panes de oro.

⁵²⁶ *Ibidem*, cap. CXXXII, p. 90. *Ibidem*, cap. CXXXII, p. 168.

⁵²⁷ El término «aplar» hace referencia a la operación de adherir al soporte las zonas o trocitos del pan de oro que han quedado levantados, una vez aplicado el pan. Para ello, actualmente suelen utilizarse los aplacadores, pinceles de pelo de marta, de extraordinaria suavidad, que pueden tener la punta roma. Se emplean para el oro fino por el delgadísimo espesor de este material, con el fin de evitar la ruptura de los panes. Por otra parte, el oro falso, de mayor espesor que el fino, puede aplacarse con algodón.

⁵²⁸ CENNINI, C., (1913), *op. cit.*, cap. CXXXIV-CXXXVIII, pp. 90-94. CENNINI, C., (1988), *op. cit.*, cap. CXXXIV-CXXXVIII, pp. 169-174.

Una vez dorada la tabla, se rae el oro sobrante o bien se pinta sobre él con blanco de plomo; en cualquier caso, se siguen para ello los contornos del dibujo a través de las incisiones en la preparación, que pueden apreciarse bajo el pan de oro (v. fig. anterior). Cennino Cennini hace también referencia a la hermosa labor del graneado o decorado mediante impresión sobre el fondo dorado utilizando instrumentos con puntas de formas diversas⁵²⁹.

Respecto a las preparaciones de la pintura sobre tabla al óleo, de acuerdo a este autor y por toda preparación, Cennini indica que se aplique una mano de cola sobre el soporte (hierro, tabla y piedra)⁵³⁰.

El texto anónimo *Segreti per Colori*, también denominado *Manuscrito de Bolonia* (siglo XV), ya mencionado, aporta indicaciones relativas a la preparación de los soportes de madera para pintarse. La descripción del proceso es muy similar a la aportada por Cennini. En esta época, el Renacimiento penetra en Italia, siendo menos frecuente el dorado de las tablas, aunque continúe dorándose la arquitectura. El autor indica que se aplicaban tres o cuatro manos de cola muy caliente sin dejar que sequen excesivamente, salvo la última. A continuación, se toma yeso («gissum»), del que el autor no especifica el tipo, muy finamente molido y se templea con agua no excesivamente caliente. Después, se extiende sobre el soporte, dejando secar esta capa y se rae. El yeso fino se aplica en diez manos sucesivas, aglutinado con cola no excesivamente fuerte y, por último, se pule. Este autor no indica si se emplea el mismo tipo de yeso en las dos fases de la preparación, ni si la preparación de las tablas es para pintura al templeo o al óleo. Para dibujar, el autor prescribe el empleo de carbón. Si se deseaba dorar la superficie, podía emplearse bol armenio («bolarminium») molido con clara de huevo y aplicado en ocho capas en las que se iba añadiendo, progresivamente, más bol. A continuación, se doraba con agua clara⁵³¹.

*Manuscrito
Boloñés*

Como ya se ha indicado, hasta mediados del siglo XV, la técnica empleada fundamentalmente en España en pintura de retablos fue el temple, si bien ya durante este siglo, que corresponde al período de transición hacia el Renacimiento, se produce la difusión paulatina de la técnica del óleo. Ya se ha hecho referencia a que en nuestro país, especialmente a partir de 1460, numerosos contratos concertados para pintar retablos exigen el empleo del óleo. En Italia, tratados de la época reflejan

⁵²⁹ *Ibidem*, cap. CXL-CXLII, pp. 95-97. *Ibidem*, cap. CXL-CXLII, pp. 175-177.

⁵³⁰ *Ibidem*, cap. XCIV, p. 71. *Ibidem*, cap. XCIV, p. 139.

⁵³¹ MERRIFIELD, M. P., *op. cit.*, vol. II, rec. 386, pp. 594-595.

*Trattato di
Architettura*

la plena difusión y utilización de este aglutinante. Las preparaciones constan, en numerosos casos, de los estratos magros de cola, los de yeso y cola, así como de una imprimación al óleo. Antonio Averlino, también denominado *El Filarete*, describe en su *Trattato di Architettura* (ca. 1451-1464) la pintura sobre tabla al óleo. Aunque muy brevemente, expone de forma clara y sencilla la metodología empleada en su tiempo, que perdura durante siglos posteriores, aunque pudiendo darse ligeras variantes:

prima il legno ingessato e ben pulito, e che tu gli dia una mano di colla, e poi una mano di colore macinato a olio: s'ella è biacca, è buona; e anche fusse altro colore, non monta niente che colore si sia. E fatto questo, disegna il tuo piano con linie sottilissime [...] In su questo poi, col bianco di tutto quello che vuoi fare da' come dire una ombra di bianco, cioè che tu o figure, o casamenti, o animali, o arbori [...]. [primero tienes la madera enyesada y bien pulida, y le das una mano de cola y luego una mano de color molido al óleo: Si es albayalde es bueno, pero si es de color no pasa nada, sea del color que sea. Y hecho esto, dibuja el suelo con líneas finísimas [...]. Sobre esto, da después como una sombra de blanco a todo lo que quieras hacer, esto es, figuras o edificios o animales o árboles [...]]⁵³²

*Capas de
impermeabilización
e imprimación*

La capa de cola aplicada sobre el yeso y aludida por este autor constituye la capa de impermeabilización, que se aplica con el fin de evitar que la imprimación y los estratos pictóricos, aglutinados al aceite, pierdan parte de éste por haber sido adsorbido por los estratos magros de yeso; de ahí el nombre de la capa. Sobre estos estratos se sitúa la imprimación, constituida por blanco de plomo o por una mezcla de pigmentos. En este último caso constituye una base de color que, en cierta medida, sirve de apoyo cromático al pintor, al constituir un medio tono sobre el que aplicar luces y sombras, sin partir necesariamente de un fondo blanco. Al mismo tiempo, estas tonalidades permiten la aplicación de sombras en capa más delgada, con lo que se reduce el empleo de pigmentos en estas zonas. Por otro lado, el hecho de emplear una imprimación blanca al óleo, tal como también recomienda Antonio Averlino, garantiza la luminosidad del fondo, ya que el yeso, si se impregna con el

⁵³² AVERLINO, Antonio (Filarete): *Trattato di architettura*, vols. I, II, (texto a cargo de Anna Maria Finoli y Liliana Grassi, int. y n. de Liliana Grassi), Milán, Edizioni il Polifilo, 1972, p. 669. AVERLINO, Antonio (Filarete): *Tratado de arquitectura*, (ed. de Pilar Pedraza), Vitoria-Gastéiz, Instituto de Estudios Iconográficos del Ayuntamiento de Vitoria-Gastéiz, 1990, (Colección Fuentes para el Estudio de la Historia del Arte), p. 372.

aceite de los estratos pictóricos (a pesar de la aplicación de la capa de cola intermedia) pierde poder cubriente, como ya se ha indicado.

Según las indicaciones de este mismo autor, a continuación se realizaría el dibujo de algunas zonas, y se aplicaría una capa blanca, posiblemente con el fin de matizar este dibujo. Respecto a este último punto, podría también interpretarse que la alusión de Filarete al empleo de albayalde se refiere a la aplicación de la imprimación referida anteriormente.

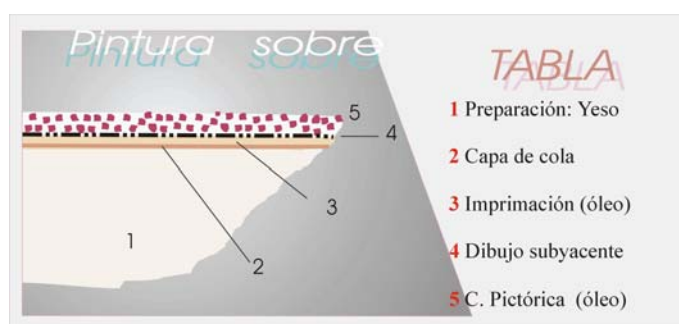


Fig. 26. El dibujo muestra una posible estratigrafía tomada de una obra preparada según las instrucciones de Antonio Averlino. Sobre el soporte (tabla) se ha aplicado yeso (el autor no indica si se trata de yeso grueso o mate o ambos). Sobre este estrato, el estrato cola constituye la capa de impermeabilización. Ésta impide la adsorción del aceite de la imprimación por parte de los estratos magros de yeso. La capa de imprimación se ha representado anaranjada pero podía ser de otro color, incluso blanca, según el autor. El dibujo subyacente aparece en obra real, en ocasiones, bajo la imprimación.

Durante el siglo XVI, de manera general, las preparaciones de la pintura sobre tabla en España son muy similares a las descritas, ya que suelen consistir en estratos magros sobre los que se aplica una imprimación oleosa.

El tratadista anónimo del manuscrito del siglo XVI que lleva por título *Reglas para pintar* constituye uno de los primeros autores españoles que hacen referencia a la aplicación de las preparaciones sobre tabla. A grandes rasgos, coincide con las pautas italianas en cuanto al empleo de bases magras de yeso sobre las que se aplican imprimaciones grasas para posteriormente pintar al óleo. En nuestro país, durante este siglo, se imponen este tipo de preparaciones. Por otra parte, a pesar de la común práctica de la pintura al óleo sobre tabla en esta época, de la que deja también constancia Francisco de Holanda, autor del país vecino, en su *Da pintura antiga*

*Reglas para
pintar*

(1548)⁵³³, la escueta referencia de nuestro anónimo respecto a este tema da idea de la primacía que va adquiriendo el lienzo frente a la tabla. Así, con respecto al proceso de «adereçar» las tablas, únicamente señala:

[...] has de hacer lo mismo que / al lienço.⁵³⁴

Con respecto a las preparaciones de la pintura sobre lienzo, el autor prescribe la aplicación de una mano de «agua de cola», sobre la que se daban otras de cola y yeso. Debe indicarse que, en este tratado, se han agregado ciertas indicaciones al texto primigenio. Así, se ha insertado la palabra harina entre los ingredientes mencionados (cola y yeso). Por otra parte, el texto indica que podía aplicarse directamente sobre la mano de cola un estrato al óleo, sin especificar la mezcla de pigmentos que la constituiría. Sobre ésta o la de yeso, se daría una capa oleosa constituida por albayalde, azarcón⁵³⁵ y negro. La mezcla de los pigmentos aludidos anteriormente daría lugar a una imprimación anaranjada, algo parduzca. Texto apuntado entre líneas señala que también se pintaba sobre la preparación de yeso o harina sin aplicar previamente una imprimación al óleo⁵³⁶.

Respecto a la preparación del dorado bruñido, el texto indica que consistía en la aplicación de diversas manos de cola sobre las que se extendía yeso mezclado con este aglutinante. A continuación se aplicaba azarcón mezclado con blanco⁵³⁷ y aceite de esplego. Según este autor, se bruñía con diente de marfil⁵³⁸. Aunque en el texto se indica que se trata de oro bruñido, el proceso descrito se asemeja más al que correspondería a un dorado con mordiente oleoso, que no suele bruñirse.

Los autores italianos coetáneos al anónimo de *Reglas para pintar* describen preparaciones similares.

*Preparación de
las tablas de
acuerdo a
Giorgio Vasari*

Giorgio Vasari en su *Le Vite de' più eccellenti Architetti, Pittori e Scultori Italiani...* (1550) rememora aún la práctica de la pintura al temple:

⁵³³ HOLANDA, Francisco de: *Da pintura antiga*, (int. y n. de Ángel González García, ed. princ. de 1548), Lisboa, Comissariado para a XVII exposição Europeia de Arte, Ciencia e Cultura, 1983, (Coleção arte e artistas), pp. 201-202.

⁵³⁴ BRUQUETAS GALÁN, R., (1998), *op. cit.*, p. 37.

⁵³⁵ Sinónimo de minio, Pb₃O₄, de color naranja.

⁵³⁶ *Ibidem*.

⁵³⁷ El autor no especifica el tipo de blanco, aunque probablemente se refiera al blanco de plomo.

⁵³⁸ BRUQUETAS GALÁN, R., (1998), *op. cit.*, p. 39.

Da Cimabue in dietro e da lui in qua s'è sempre veduto opre la vorate da' Greci a tempera in tabola et in qualche muro. [Antes y después de Cimabue, hasta nuestros días, han existido siempre obras trabajadas por los griegos al temple, sobre tablas o sobre muros.].⁵³⁹

Del tipo de preparación empleada en este tipo de pintura únicamente indica que, una vez encoladas telas de lino, se cubría la superficie con una capa de yeso y se pintaba al temple⁵⁴⁰. Vasari no se refiere a la aplicación de imprimaciones magras.

Respecto a la técnica del dorado sobre tabla, no parece aludir este autor al empleo de yeso grueso en los estratos de preparación. Únicamente prescribe la aplicación de varias manos de «gesso sottilissimo» (yeso finísimo, ¿mate?) mezclado con cola. A continuación, se lija la superficie y se aplican tres capas de bol de Armenia aglutinado con clara de huevo. La primera de éstas se prepara más diluida. Para dorar, se emplea agua, humedeciendo la superficie de bol y se bruñe ésta con colmillos de lobo o perro⁵⁴¹. Posteriormente se hará referencia a algunos estudios técnicos efectuados sobre obra italiana que revelan el empleo, únicamente, de yeso mate como capa de preparación.

Este autor también detalla la manera en que, en su época, se preparaban las tablas para ser pintadas al óleo, que resulta muy similar a la referida por Antonio Averlino o la del autor de *Reglas para pintar*. Según Vasari, se enyesaba el soporte, aunque no especifica el tipo de yeso empleado. A continuación, antes de pintar, prescribe la aplicación de diversas capas de una impermeabilización constituida por cola animal, y una imprimación al óleo. Este autor, hace especial hincapié en el carácter secante de los pigmentos empleados en este último estrato:

Empleo de pigmentos de carácter absorbente o secante en las imprimaciones de acuerdo a Vasari

Ma per mettere in opera questo lavoro si fa così: quando vogliono cominciare, ciò[è] ingessato che hanno le tavole o quadri, gli radono, e datovi di dolcissima colla quattro o cinque mani con una spugna, vanno poi macinando i colori con olio di noce o di seme di lino (benché il noce è meglio perchi ingialla meno) e così macinati con questi olii, che è la tempera loro, non bisogna altro, quanto a essi, che distendergli co 'l

⁵³⁹ VASARI, G., (1986), *op. cit.*, vol. 1, cap. XX, p. 66. VASARI, G., (1998), *op. cit.*, cap. XX, p. 115.

⁵⁴⁰ *Ibidem. Ibidem.*

⁵⁴¹ *Ibidem*, vol. 1, cap. XXVIII, pp. 74-75. *Ibidem*, cap. XXVIII, pp. 123-124. El autor también se refiere al dorado con mordientes oleosos –a los que se añaden pigmentos de naturaleza secante– u óleo-resinosos, que se aplicaban sobre la madera a la que se habían aplicado dos manos de cola.

pennello. Ma conviene far prima una mestica di colori seccativi, come biacca, giallolino, terre da campane, mescolati tutti in un corpo et un color solo, e quando la colla è secca impiastarla su per la tavola, il che molti chiamano la imprimatura. Seccata poi questa mestica, va lo artefice o calcando il cartone, o con gesso bianco da sarti disegnando quella, e così ne primi colori l'abozza; [il che alcuni chiamano imporre. E finita di coprire tutta, ritorna con somma politezza lo artefice da capo a finirla [...]. [Para pintar al óleo se procede de la siguiente manera: una vez enyesada la superficie sobre la cual se va a pintar, se lija y se le dan cuatro o cinco manos con una esponja empapada en cola diluida; luego se muelen los colores y se mezclan con aceite de lino o nuez, aconsejándose especialmente el aceite de nuez porque los colores no se tornan amarillentos; una vez hecho esto, solo resta extenderlos con un pincel. Conviene hacer antes una mezcla de colores absorbentes, como albayalde, ocre o arcilla de campanas, y cuando la cola esté seca se distribuyen en forma uniforme sobre la superficie que se va a pintar. A este procedimiento previo muchos le llaman imprimación. Tras secarse esta mezcla, el artista o bien calca el cartón o con yeso blanco hace el dibujo, y con los primeros colores lo esboza; algunos llaman a esto urdir. Y, una vez cubierta por entero, vuelve el artista a trabajarla para acabarla [...]]⁵⁴²

Aunque ya se ha apuntado, quizás convenga recordar que las imprimaciones al óleo, además de constituir una base de color evitan, del mismo modo que la capa de impermeabilización (cola), que los estratos magros de yeso y cola absorban el aceite de los estratos pictóricos superpuestos. Tanto el yeso como la creta, que se emplean a modo de preparaciones en los países de la Cuenca del Mediterráneo y el Norte de Europa, respectivamente, no son verdaderos pigmentos (aunque pueden funcionar como tales), sino cargas⁵⁴³. Cuando estos estratos se impregnan de aceite, se tornan translúcidos. Por ello, cuando el pintor desea una superficie blanca, de elevada luminosidad, se recurre al empleo de blanco de plomo a modo de imprimación; esto es así, puesto que se trata de un pigmento que conserva su poder cubriente cuando se aglutina con aceite y mantiene la blancura de la base sobre la que posteriormente se pinta.

⁵⁴² VASARI, G., (1986), *op. cit.*, vol. 1, cap. XXI, p. 69. VASARI, G., (1998), *op. cit.*, cap. XXI, p. 118.

⁵⁴³ Ya se han indicado los índices de refracción de estos pigmentos y su relación con su poder cubriente.

Debe indicarse, por otra parte, que el texto original incluye el empleo de «biacca», «giallolino» y «terre da campane» para elaborar la imprimación. La traducción castellana de estos términos, sin embargo, no es exacta. Como puede comprobarse, se traduce «giallolino» por ocre, cuando habitualmente el término se refiere a un amarillo de plomo⁵⁴⁴, de plomo y estaño⁵⁴⁵ o de Nápoles⁵⁴⁶. En este caso quizás podría identificarse con el primero, dado que existen múltiples referencias en la literatura artística al empleo de amarillo de plomo como secante. Por otra parte, la traducción de «colori seccativi» por «pigmentos absorbentes» tampoco resulta adecuada, ya que la capacidad de absorción de un pigmento y su secatividad son cualidades diferentes. Así, los pigmentos a base de plomo, como el blanco y amarillo citados por el autor no son absorbentes, aunque presentan propiedades secantes⁵⁴⁷.

Las tierras, sin embargo, presentan altos índices de captación de aceite, por lo que se podría considerar que la tierra de campanas aludida por Vasari regularía la absorción del aceite de los estratos pictóricos superpuestos. Este efecto resultaría beneficioso para la obra ya que podría evitar el exceso de aglutinante de la capa

⁵⁴⁴ PbO.

⁵⁴⁵ Pb₂SnO₄, PbSnO₃, o Pb(Sn,Si)O₃.

⁵⁴⁶ Pb₃(SbO₄)₂. A modo de ejemplo, Thompson relaciona el término con el amarillo de Nápoles. Merrifield lo relaciona con este pigmento, así como con amarillo de plomo y de plomo y estaño. V. MERRIFIELD, M. P., *op. cit.*, vol. 2, pp. clvi-clxiii.

⁵⁴⁷ En este contexto, la capacidad de absorción de un pigmento puede estar relacionada con la captación de aglutinante. María Luisa Gómez González define el índice de captación del aceite como: «[...] la cantidad mínima de aceite, expresada en gramos, necesaria para humectar completamente 100 gramos de pigmento». Este valor depende del peso específico de los pigmentos, siendo menor cuando éste aumenta, con lo que blanco de plomo y bermellón presentan índices de captación de aceite bajos. Otros factores que influyen son el tamaño de partícula y su morfología. Para el blanco de plomo se estima en valores bajos, que varían de 9 a 12. Asimismo, el pigmento experimenta un menor amarilleamiento. Los ocre, especialmente, sienas y sombras, presentan índices mucho más elevados. María Luisa Gómez indica que hoy en día suele utilizarse como medida la concentración volumétrica crítica de pigmento (C.V.C.P.), definida como la «[...] cantidad en volumen máxima de pigmento que admite un aglutinante dado». GÓMEZ GONZÁLEZ, M. L.: *La restauración. Examen científico aplicado a la conservación de obras de arte*, Madrid, Cátedra, 2ª ed., 2000, (Cuadernos de Arte Cátedra), pp. 113-115.

Al margen del texto de Vasari, y como dato de interés para el restaurador, puede indicarse que la mayor absorción de aceite por parte de estos pigmentos puede explicar, parcialmente, la especial sensibilidad al agua de ciertos pigmentos como las tierras, que requerirían una mayor cantidad de medio oleoso para aglutinarse; si esta circunstancia no es tenida en cuenta, el estrato podría presentar una deficiente cantidad de medio. Independientemente de esta circunstancia, esta sensibilidad se explica, fundamentalmente, a partir de la composición y morfología de las tierras, especialmente las de tipo arcilloso. En este último caso, los aluminosilicatos que forman parte de su composición presentan una morfología muy particular; se trata de pequeñas placas dispuestas paralelamente, entre las cuales se introducen fácilmente las moléculas de agua, provocando su separación y el deslizamiento de unas partículas sobre otras. CONEJO SASTRE, O., y otros, *op. cit.*

pictórica mediante una moderada absorción del mismo. Quizás de esta capacidad de absorción puede derivar la secatividad aludida por Vasari. Otros autores hacen también referencia a esta propiedad; en este sentido, Antonio Palomino de Castro y Velasco señala que ocre, tierra roja y sombra no necesitan secante. Debe recordarse, además, que el ión manganeso puede acelerar el secado de los aceites. La composición del pigmento denominado «sombra» incluye este ión⁵⁴⁸.

La secatividad y capacidad de absorción de aceite de los pigmentos referidos explicaría, por tanto, su empleo en las imprimaciones, además del aporte de una tonalidad de base (recuérdense también las indicaciones de Filarete). Estos datos de la absorbencia de las tierras, junto a su color, y escaso valor económico frente al de otros pigmentos puede explicar el empleo de estos materiales no sólo a modo de imprimaciones, sino también de preparaciones, tanto en tabla como en lienzo.

*Preparación de
las tablas de
acuerdo a
Raffaello
Borghini*

Raffaello Borghini en *Il Riposo* (1584)⁵⁴⁹ aconseja la utilización de yeso volterrano muy fino en la preparación de las tablas que van a ser pintadas al temple. Este autor no menciona el empleo de yeso grueso. Borghini señala que se aplica mezclado con cola en cuatro capas, dejándolas secar sucesivamente y añadiendo agua de modo que la fuerza de la cola disminuya en cada nueva mano. Por último, se pule la superficie con lo que el autor denomina «punta del ferro» (punta del hierro). Posiblemente este yeso esté constituido por yeso mate o fino, a tenor del adjetivo («sottilissimo») que el autor emplea para describirlo. A continuación, se procedía a realizar el dibujo. Para ello, Borghini indica la colocación, entre el tablero y el «cartone» (diseño), de una hoja blanca de papel del mismo tamaño manchada de polvo de carbón, con lo que podía calcarse el motivo deseado⁵⁵⁰.

Respecto a la pintura al óleo sobre tabla, indica su enyesado tal como recomendó para el temple y la aplicación de una imprimación que designa como «mestica». Según se indica en párrafos anteriores referidos a la pintura mural al óleo, se trata de la mezcla de algunos pigmentos. A modo de ejemplo, según Borghini podía emplearse blanco de plomo, tierra de sombra y negro⁵⁵¹. A continuación, se realiza el dibujo, bien mediante el calco del cartón o con yeso blanco de los

⁵⁴⁸ PALOMINO DE CASTRO Y VELASCO, Antonio, *op. cit.*, tomo II, libro quinto, cap. IV, III, p. 142. MATTEINI, M. y MOLES, A., *op. cit.*, p. 130. GÓMEZ GONZÁLEZ, M. L., *op. cit.*, p. 62.

⁵⁴⁹ BORGHINI, Raffaello, *op. cit.*, vol. XIII, libro segundo, pp. 172-173.

⁵⁵⁰ *Ibidem*.

⁵⁵¹ Ma Luisa Gómez González indica que el negro marfil presenta un índice de captación de aceite elevado. GÓMEZ GONZÁLEZ, M. L., *op. cit.*, p. 115.

sastres⁵⁵². Como puede observarse, el tipo de preparación es muy similar a las descritas por otros autores, como Filarete o Vasari, aunque en este caso no se mencione la aplicación de la capa de cola como paso previo a la aplicación de la imprimación. Si se emplea la mezcla de los pigmentos aludidos esta capa presentaría un tono pardo-grisáceo.

Nótese, con referencia a las pautas de este autor que, a finales del siglo XVI y en un país como Italia, donde tan tempranamente se desarrolla el Renacimiento, se emplea yeso mate con el fin de pintar las tablas. Puede tratarse, como ya se apuntó al comienzo de este apartado, simplemente, del mantenimiento de la tradición de su aplicación proveniente del Gótico, período durante el cual se doraban y bruñían. También el empleo de este material puede derivar, sencillamente, de la complacencia en el empleo de materiales más finos.

En cuanto a la técnica del dorado bruñido sobre tabla, las indicaciones de Borghini son muy similares a las de otros tratadistas. Primeramente, el autor prescribe la aplicación de tres manos de cola fresca y fuerte mezclada con yeso volterrano («gesso volterrano»), posiblemente yeso grueso. A continuación se toma el yeso de dorar («gesso da indorare») del que, mezclado con cola, se aplican dos o tres manos. Entonces, se muele bol («bolo») con agua y se aglutina con clara de huevo batida. Se aplican tres manos, la primera de las cuales debe ser más líquida. Una vez seco el bol, se frota con un paño. Para dorar, recomienda el empleo de agua. Según este autor, el bruñido debía realizarse con diente de perro o lobo⁵⁵³. Como puede observarse, el número de manos de ambos yesos es el mismo, aunque inferior al prescrito por otros autores.

En el siglo XVI ya se habían verificado las virtudes de ciertos procedimientos empleados en pintura al temple sobre tabla; concretamente, se había constatado que, en gran medida, las preparaciones habían contribuido a la supervivencia de las obras, manteniéndolas en buen estado. A este respecto, Giovan Battista Armenini en su *De' veri precetti della pittura...* (1586) indica:

*Preparación
de las tablas
de acuerdo a
Giovan
Battista
Armenini*

Ma circa del lavorare su le tavole, ci parrà forse buono il modo
istesso che usarono gli antichi predetti, il qual si vede che ancora sparso
| ci resta per le loro opere che vi erano infinite, conciosiaché essi, dopo
la debita colla, le ingessavano con molta diligenza e su le commettiture

⁵⁵² BORGHINI, Raffaello, *op. cit.*, vol. XIII, libro segundo, pp. 174-176.

⁵⁵³ *Ibidem*, vol. XIII, libro segundo, pp. 223-224.

vi si vede esserli da per tutto poste certe lenze di tela lina con buone colle e col gesso ricoperte, per riparar che quelle aprire nin si potessero col tempo; e dopo láverle ingessate tutte egualmente nel modo predetto, essi vi lavoravano poi distemperandi i colori col rosso dell' ovo o con tempera [...]. le opere loro riuscivano crude, secche e tagliente e perciò è pieaciuto alli eccellenti moderni rinonziare cotal via totalmente strada de l'oglio.]. [En cuanto a trabajar sobre tabla, nos parece bueno el mismo modo que emplearon los antiguos ya mencionados que todavía se ve en sus obras, que eran infinitas. Después de la debida cola enyesaban con mucha diligencia, y sobre las junturas ponían unos lienzos de tela de lino recubiertas con buenas colas y yeso para evitar que con el tiempo se pudiesen abrir. Después de haberlas enyesado todas por igual según el modo que hemos dicho, trabajaban templando los colores con yema de huevo o temple [...] sus obras resultan crudas, secas y cortantes, y por ello nuestros excelentes modernos han preferido dejar este procedimiento para los ultramontanos y quedarse, mejor, con el más perfecto del óleo.].⁵⁵⁴

De las indicaciones de este autor se deduce que en su época, en Italia no solía pintarse al temple sobre tabla. Con referencia a la pintura al óleo, el autor, si bien refiere la aplicación de cola a la tabla, no alude a los estratos de yeso. Finalmente, con pigmentos aglutinados al óleo, se aplica un estrato coloreado, muy similar a la imprimación descrita por Giorgio Vasari:

[...] e ciò fanno alcuni con biacca, gianolino e terra di campane, altri con verderame, biacca e terra di ombra [...] ma tra láltre di queste si tiene essere molto buona quella che tira al color di carne chiarissima, con un non so che nell'altre, perciò che con gli effetti si vede che tutti i colori che vi si pongono sopra, et in specie gli azzurri et i rossi, vi compariscono molto bene e senza mutarsi, conciosiaché l'oglio, come si sa per prova, tutti i colori naturalmente oscura e li fa e li fa tuttavia pallidi, onde tanto piú sozzi si fanno, quanto piú essi trovano le lor imprimadure sotto esser piú scure. Ma facciasì tutta come quasi di biacca a chi non vole che quelli si mutino col tempo e vi metta unn sesto di vernice, con poco di rosso appresso, che similmente asciughi; e, dopo che è asciutta, si vien sopra quella, con un coltello, a razzar sotilmente molto leggieri, acciò si lievi se vi è rimaso superfluo alcuno

⁵⁵⁴ Texto y traducción se encuentran, respectivamente, en ARMENINI, Giovan Battista (1988), *op. cit.*, libro segundo, cap. octavo, pp. 139-140 y ARMENINI, Giovanni Battista, (2000), *op. cit.*, libro segundo, cap. octavo, p. 168.

di colore, sí che comparisca pulita, lustra et eguale e sopra di essa si dissegna poi con diletto ciò che si vole colorire, overo che se li calca o spolvera i cartoni o che se li batte la grata [...]. [Algunos la hacen con albayalde, amarillo y tierra de campanas, otros con cardenillo, albayalde y tierra sombra [...]] Mas de todas ellas se considera mejor la que tira al color de la carne clarísima con un no sé qué de llameante por el barniz, que está en mayor cantidad que en las otras, pues por sus efectos se ve que todos los colores que se ponen encima, especialmente los azules y rojos, quedan muy bien y no cambian. Como se sabe por experiencia, el aceite oscurece de forma natural todos los colores y los hace pálidos: por tanto, cuanto más oscuras sean las imprimaciones que haya debajo de ellos, tanto más sucios se harán. Si no quieres que cambien los colores con el tiempo, hazla pues casi toda con albayalde, añade una sexta parte de barniz con un poco de rojo para que seque por igual, y una vez seca vas raspando suavemente con un cuchillo muy ligeramente, para quitar lo que haya quedado de color sobrante de modo que quede limpia, lustrosa e igual. Sobre ella dibuja luego a placer lo que quieras colorear o bien calca o estarce los cartones, o traza la cuadrícula [...]]⁵⁵⁵

Son muy interesantes las referencias del autor a la preparación? imprimación? rosácea o anaranjada, descrita como idónea, especialmente para ser aplicada bajo estratos azules o rojos. La pintura española cuenta con un gran número de tablas que presentan una imprimación que puede considerarse semejante a ésta⁵⁵⁶. Puede indicarse que ha podido observarse (entre otras) en muestras estratigráficas tomadas de zonas correspondientes a paños azules y rojos de obras de la Escuela Castellana.

⁵⁵⁵ *Ibidem*, libro segundo, cap. noveno, pp. 142-143. *Ibidem*, libro segundo, cap. octavo, pp. 170-172. Como puede observarse, los pigmentos recomendados continúan siendo tierras y pigmentos con marcado carácter secante. Entre los últimos también se encuentra el cardenillo, que es recomendado por algunos autores precisamente para este fin. V. BÁEZ AGLIO, M. I., y otros: “Los secativos en la pintura. Materiales utilizados”, *XI Congreso de conservación y restauración de bienes culturales*, Castellón, 1996, 67-76.

⁵⁵⁶ El empleo de tonos más o menos rosáceos o rojizos bajo estratos azules era muy del gusto de la época. En algunos contratos españoles se estipula la aplicación del pigmento azul sobre una base de carmín y no sobre otros pigmentos oscuros. Se debe, seguramente, a que el carmín acentuaba el color violáceo del azul y, en el caso de que se hubiera utilizado azurita, hacía que el tono de ésta se asemejara más al estimado color del lapislázuli. A modo de ejemplo, se cita una de las condiciones para dorar y pintar el retablo de la capilla de San Ildefonso de la iglesia de San Francisco de Palencia por Roque Fernández y Luis de Pedrosa (1561), ya mencionado: «Yten que todos los azules que la dicha obra llevare se pongan sobre carmin e no sobre pardo ni negro ni otro color». GARCÍA CHICO, E., (1946), *op. cit.*, tomo tercero I, pintores, p. 98.

Preparación de
las tablas
según Leonardo

Leonardo da Vinci en su *Trattato della Pittura* (comienzos del s. XVI) hace referencia a una de las preparaciones más singulares referidas por tratadistas de esta época. Presumiblemente, las directrices siguientes se refieren a la preparación de las tablas que van a ser pintadas al óleo, dado el carácter graso de estos estratos preparatorios. A diferencia del autor anterior, Leonardo describe ya la aplicación de una preparación coloreada, pero de tonalidad verdosa y aglutinada al óleo. Según este autor, la capa podía aplicarse sobre una base de cal:

La madera [...] debes embadurnar de almáciga y trementina blanca destilada dos veces, o cal, si así lo prefieres, y disponer después en un bastidor, de forma que pueda dilatarse y contraerse en conformidad con la humedad o la sequedad. Dale entonces [un baño de] aguardiente en el que hayas disuelto dos o tres veces arsénico o solimán y a continuación, aceite de linaza hirviendo, de suerte que penetre por doquier; antes de que se enfríe, frótala bien con un paño, hasta dejarla seca, y dale barniz líquido y blanco con el estique; después, cuando ya esté seca, lávala con orina. Debes entonces estarcir y delinear tu dibujo con cuidado y dar sobre él una imprimación de treinta partes de cardenillo y una de cardenillo más dos de amarillo.⁵⁵⁷

Preparación de
las tablas de
acuerdo a Felipe
Nunes

Como resumen de todo lo anterior y dejando al margen la preparación descrita por Leonardo, las preparaciones de fines del siglo XV y del XVI constan de capas de cola, de cola y yeso, impermeabilización en ocasiones e imprimación al óleo. El aglutinante empleado es el óleo. Durante el siglo XVII perdura aún esta tradición. Felipe Nunes en su *Arte poetica, e da Pintura, e symetria, com principios da perspectiva* (1615) se refiere también a las preparaciones de la pintura al óleo sobre tabla de acuerdo a la aplicación de la «imprimadura» sobre los estratos magros.

⁵⁵⁷ VINCI, Leonardo da: *Tratado de Pintura*, (comienzos del siglo XVI, ed. de Ángel González García), Madrid, Akal, 2ª ed., 1993, p. 430. Respecto a alguno de los ingredientes que Leonardo emplea para preparar las tablas, quizás convenga aclarar que la almáciga, también denominada almaste, almástec, almástiga o mastique, es una resina extraída del *Pistacia lentiscus*. *Nueva Enciclopedia Larousse*, vol. 1, p. 330. La trementina destilada, constituye el producto resultante de la destilación de la trementina extraída de los pinos. *Hawley diccionario de química y de productos químicos*, (rev. por N. Irving Sax y Richard J. Lewis, trad. del inglés al español por Luis García Ramos y Rosana Tulla), Barcelona, Omega, 1993, pp. 996-997. El solimán es, de acuerdo a Covarrubias: «[...] el argento vivo, sublimado, de donde tomó el nombre solimán [...]». COVARRUBIAS OROZCO, Sebastián de, *op. cit.*, p. 900. De acuerdo a Covarrubias, la Real Academia Española indica que el argento vivo es azogue (mercurio), y el argento vivo sublimado, solimán, también denominado sublimado corrosivo. REAL ACADEMIA ESPAÑOLA, (1978), *op. cit.*, pp. 115, 151, 1215. «Sublimado corrosivo» es un término obsoleto empleado para designar cloruro mercúrico (HgCl₂). *Hawley diccionario de química y de productos químicos*, *op. cit.*, pp. 647, 926.

Primeramente, se aplicarían dos manos de cola de «baldreu»⁵⁵⁸. A continuación, se dan dos de yeso molido («gesso moydo») y cola. Este autor no especifica qué tipo de yeso se emplea. Una vez seco, se lija la superficie. Por último, se aplican dos capas de «imprimadura», constituida por tierra de Sintra o cualquier otro pigmento molido al aceite con secante. Esta tierra de Sintra probablemente sea una tierra procedente de Cintra, monte cercano a Lisboa. Por último, se pule esta imprimación con el hueso de la jibia (concha de la sepia)⁵⁵⁹.

Para la pintura al temple sobre tabla, el autor explica que la madera se prepara igual que para el óleo, excepto en que no se aplica la «imprimadura»⁵⁶⁰.

Según este mismo autor, la preparación de la madera para llevar a cabo su dorado bruñido comenzaba con la aplicación de cola a la que podía adicionarse una cabeza de ajo con el fin de favorecer la adherencia de las subsiguientes capas de yeso. A continuación, se aplicaba una fina capa de yeso grueso, que el autor denomina «gesso comum» y tres o cuatro de yeso mate («gesso mate»). El bol se aplica en tres estratos, uno de bol común («bollo comum»), sobre el yeso, y dos más de bol fino («bollo fino»), aglutinados con cola caliente. Para dorar se emplea agua clara y en cuanto al bruñido, la piedra recomendada es suave, de sílex⁵⁶¹. Para el dorado mate, el autor recomienda la misma preparación indicada en la pintura sobre tabla al óleo (sin la imprimación), sobre la que se aplica el mordiente. Según el autor, esta sustancia está integrada por el producto resultante de la cocción de los pigmentos que quedan en la paleta, molidos y aglutinados al aceite, a lo que se puede añadir una pequeña cantidad de barniz⁵⁶². Para aplicar el pan de oro se emplea un algodón. Un procedimiento empleado para que el oro parezca bruñido consiste en utilizar un mordiente, pulido, realizado con ocre claro y oscuro⁵⁶³.

*Felipe Nunes
alude a la
aplicación de
dos tipos de
bol*

⁵⁵⁸ Esta cola, con toda probabilidad, puede identificarse con la de baldés o baldrés de acuerdo a la terminología castellana. Ya se ha descrito este tipo de cola. Como se recordará, la *Nueva Enciclopedia Larousse* define «baldés» como «Piel curtida y adelgazada que sirve para confeccionar guantes». *Nueva Enciclopedia Larousse*, *op. cit.*, vol. 1, p. 967.

⁵⁵⁹ NUNES, Felipe, *op. cit.*, p. 55v-56r.

⁵⁶⁰ *Ibidem*, p. 60r.

⁵⁶¹ *Ibidem*, p. 68r.

⁵⁶² *Ibidem*, p. 59r.

⁵⁶³ *Ibidem*, p. 67v. Como dato de interés fundamentalmente para el lector practicante de esta técnica, K. W. Hild indica que si el mordiente presenta una gran cantidad de aceite se arruga al secarse, con lo que también se arrugará el pan de oro. V. HILD, K. W., *op. cit.*, p. 317.

Vicente
Carducho

En la línea de los tratados y libros de recetas anteriores, en los *Diálogos* (1633) de Vicente Carducho se especifica la aplicación de manos de cola y yeso para la pintura al temple y de cola, yeso e imprimación para el óleo⁵⁶⁴.

Tractado del Arte
de la Pintura

El autor del *Tractado del arte de la pintura* (s. XVII) parece señalar la aplicación de un estrato de pigmento para la pintura al óleo efectuada sobre este tipo de soporte⁵⁶⁵:

Si es tabla y lámina no hay imprimación sino de colores solos y lo mismo en vidrio y piedra.⁵⁶⁶

Respecto a la pintura al temple sobre tabla, como Carducho, indica que se apareja con cola y yeso⁵⁶⁷.

Referencias de
Francisco
Pacheco a la
preparación de
tablas para la
pintura al
temple

Francisco Pacheco en su *Arte de la Pintura*, inmerso en una época en la que la pintura sobre lienzo se ha generalizado (impreso en 1649), aún se refiere, sin embargo, a la pintura sobre tabla, al temple, tal como la ejecutaban «los viejos». En cuanto a las preparaciones empleadas para tal fin, únicamente indica que las tablas se preparaban mediante la aplicación de los yesos grueso y mate. Como otros autores, Pacheco no se refiere a la aplicación de estrato de imprimación:

Mas las tablas usaban los viejos después de enervadas, o encañamadas por las juntas, ponerles un lienzo delgado, pegado encima con cola más fuerte y aparejarlas de yeso grueso y mate y, después de muy bien lijadas, pintar en ellas a temple, debuxándolas y perfilándolas sobre el blanco y, luego, metiendo sus colores limpiamente, carnes y ropas con variedad;⁵⁶⁸

En época de Pacheco, como ya se ha indicado, si bien no era frecuente pintar al temple sobre tabla, se solía pintar sobre este soporte al óleo:

⁵⁶⁴ CARDUCHO, Vicente: “Diálogos de la Pintura, Origen, Esencia, Definición, Modas y Diferencias” (ed. princ. de 1633, Madrid, ed., pról. y n. de la ed. actual de F. Calvo Serraller), en *La Teoría de la Pintura en el Siglo de Oro*, Madrid, Cátedra, 1981, p. 380.

⁵⁶⁵ En este aspecto el significado del texto se antoja difícil de desentrañar. Es posible que, asimismo, se refiera a la ausencia de la capa de preparación.

⁵⁶⁶ SANZ, M. M.: “Un tratado de pintura anónimo y manuscrito del siglo XVII”, *Revista de ideas estéticas*, nº 143, tomo XXXVI, (1978), 252-275, p. 254.

⁵⁶⁷ *Ibidem*, p. 269.

⁵⁶⁸ PACHECO, Francisco, *op. cit.*, libro tercero, cap. II, p. 448.

Las tablas en que se suele pintar a olio, de borne o cedro, después [de] enervadas, o en cañamadas por detrás las juntas, se les da una giscola de guantes, con sus ajos, no muy fuerte y, templado su yeso grueso vivo y cernido, se le dan tres o cuatro manos, aguardando a que se seque cada una y, plasteciendo los hoyos, se temple el mate, no muy fuerte, con que se le dan otras cinco o seis manos, de manera, que tenga cuerpo y, después de seco, se lixa y rae muy bien con un cuchillo agudo y parejo de filos, hasta que quede como una lámina; y, con albayalde y sombra de Italia, se hace un color no muy oscuro y, con harto aceite de linaza, molida y templada, la imprimación; con una brocha grande, cortada y blanda se da todo el tablero de una mano igualmente, y, después de seco, pasándole un papel, se debuxa y pinta.⁵⁶⁹

Francisco Pacheco se ha referido a la aplicación de estratos de yeso mate –aunque en este caso también se incluyen los de yeso grueso–, a pesar de que no resultan de especial utilidad para la pintura al óleo. Los pigmentos indicados conforman una preparación similar a las descritas por numerosos tratadistas, presentando tonalidades cálidas, más o menos parduzcas o grisáceas y son secativos.

Instrucciones de Pacheco para preparar las tablas para la pintura al óleo

Respecto al proceso de preparación de las tablas para dorar, tanto «de bruñido» como «de mate», este autor da cuenta de los diversos aparejos utilizados según las diversas zonas de la Península Ibérica. Pacheco basa las diferencias entre estos aparejos en las diferencias climáticas de las regiones:

Instrucciones de Pacheco para dorar al agua las tablas

Conviene para el acierto, ante todas cosas, el conocimiento del temple de las tierras donde se hallare el maestro, si son calientes, o frías, para aplicar los engrudos convenientemente.⁵⁷⁰

Respecto a Castilla, León, Burgos, Valladolid y Granada indica que, al tratarse de «partes frías»

[...] acostumbran, para dar fortaleza al engrudo, cuando se cuece, añadir al retazo ordinario el de pergamino y, a veces, de orejas de

⁵⁶⁹ *Ibidem*, libro tercero, cap. V, pp. 480-481. Por otra parte, ya se ha descrito anteriormente el significado del término «giscola». Como se recordará, Francisco Pacheco refiere la elaboración de esta sustancia en base de la cocción de cola con ajo. *Ibidem*, libro tercero, cap. VII, p. 505. En cuanto al «plastecido», ya descrito, puede recordarse que se trata de un proceso consistente en subsanar los defectos o desigualdades de la madera mediante el empleo de una masa de yeso y cola. V., por ejemplo, PALOMINO DE CASTRO Y VELASCO, A., *op. cit.*, t. II, libro quinto, cap. III, VI, pp. 131-132 y libro sexto, cap. V, I, p. 219.

⁵⁷⁰ PACHECO, Francisco, *op. cit.*, libro tercero, cap. VII, p. 504.

carnero, cabra, o macho y, después de helado, le quitan con un cuchillo el cebo [grasa] que tiene encima y con lo demás tiemplan sus yesos gruesos y mates; usan también moler el yeso mate en la losa, y templarlo sin colarlo, y echarle un poco de aceite de linaza; lo cual suele ser causa de vidriarse el aparejo y saltar. Doran en tiempo de invierno con vino tinto, en vez de agua, por que se les cuaja y huela.⁵⁷¹

Y refiriéndose a Andalucía señala:

[...] el retazo de carnero se echa en agua poco antes de lavarse; después se lava con cuatro o cinco aguas hasta que sale l'agua bien clara; porque la limpieza, en esta parte, es cosa muy esencial hasta en las vasijas; cubrirse ha, bastantemente, de agua dulce, por tener, de ordinario, la de los pozos algún salitre y corromperse más presto la cola. Cocerá y hervirá hasta tanto que esté bien fuerte, y se pruebe en las palmas de las manos aciendo una con otra. El retazo de carnero tiene más vigor que el de cabritilla, aunque éste se cuece más presto, y se deshace; pero aquél no se deshace y es más limpio. Colarse ha con cedazo de cerdas no muy espeso, en un lebrillo o macetón; y después de helado, se verá mejor su fortaleza y, si ha menester, agua por estar fuerte, o algunas tajadas de engrudo por estar flaco.⁵⁷²

*Aplicación del
yeso grueso*

Antes de aplicar el yeso grueso se aplicaba la «gíscola». Una vez seca, se aplicaba el yeso grueso. Para templar éste, Pacheco señala que se utiliza engrudo de carnero. El autor recomienda el empleo de «yeso vivo y fresco», es decir, yeso sometido a calentamiento previo, en buenas condiciones, cernido «con tamiz o cedazo muy delgado». Efectivamente, el yeso cocido solía cernerse no únicamente para ser puesto en obra, como se ha indicado previamente, sino también para ser utilizado como yeso grueso aunque, posiblemente, en este caso se ponía mayor cuidado.

Continuando con la preparación de las tablas, el paso siguiente consistía en la mezcla del yeso grueso con la cola:

[...] apartando del engrudo de carnero [...] la cantidad conveniente [...] bastantemente fuerte y caliente, se va templando, dexándolo reposar un poco; hasta ver si crece [...] Y estando bien seca la gíscola, se da la primera mano caliente y no espesa, crispida, pasándole, últimamente, la

⁵⁷¹ *Ibidem*, pp. 504-505.

⁵⁷² *Ibidem*, p. 505.

brocha de llano. En esta primera mano se suelen recorrer con el plaste algunos hoyuelos y, secándose bien, se van dando hasta cuatro o cinco manos de grueso (que nunca pasan de aquí), aguardando siempre antes de doblarlas que el aparejo esté enjuto [...] después de seco, se le quitarán con el cuchillo los granos, o se lixará con lixa nueva, para que quede parejo y siempre es bueno pasarle al yeso grueso la lixa, no de suerte que se engrase.⁵⁷³

Pacheco indica que el yeso, cuando se mezcla con cola, ha de «crecer», es decir, rehidratarse⁵⁷⁴ (no debe olvidarse que el yeso, durante su fraguado, experimenta un aumento de volumen del 1%). A través de estas indicaciones se deduce que esta clase de yeso podría estar constituido por una variedad hemihidratada o bien por una variedad anhidra (anhidrita). En general puede decirse, como se verá posteriormente, que los estudios técnicos efectuados sobre las capas de preparación de diversas obras revelan que los estratos de yeso grueso contienen una proporción importante de anhidrita. Este material tarda en fraguar más tiempo que el hemihidrato, lo cual facilitaría su aplicación sobre el soporte. Esta cualidad de la anhidrita se ve potenciada, además, por la cola animal con la que se mezcla, ya que este aglutinante actúa como retardante del fraguado, como ya se ha explicado. Sin embargo si, como Pacheco indica, el yeso crece, algunas partículas, al menos, han captado nuevamente agua, se han rehidratado.

En cuanto al yeso mate, Francisco Pacheco indica que debe utilizarse la misma templa que para el grueso⁵⁷⁵

*Aplicación del
yeso mate*

[...] porque la flaqueza del yeso mate modera la fortaleza de la cola y lo dexa en el ser que es menester.⁵⁷⁶

El proceso a seguir para su aplicación es el siguiente:

[...] Con la misma cola y templa del yeso grueso se da el mate, templando de una vez, para una o dos ollas, la cantidad que es menester, yendo deshaciendo las tejas a pedazos con las manos en un lebrillo; [...] Templado, no muy ralo ni muy espeso, se colará en las ollas por un

⁵⁷³ *Ibidem*, p. 506.

⁵⁷⁴ Véase el capítulo II.

⁵⁷⁵ Como se recordará, Cennino Cennini ya había indicado el empleo de la misma templa para ambos yesos, aunque por motivos diferentes.

⁵⁷⁶ PACHECO, Francisco, *op. cit.*, libro tercero, cap. VII, p. 506.

cedazo o tamiz muy delgado. Echárase de ver que está espeso si se arrolla al darlo, y si corre, y queda parejo, está en buen punto. La primera mano se dará con crispido y refregando sobre el grueso para asga bien; y las demás se irán continuando moderadamente caliente hasta cinco o seis manos sin aguardar a que esté muy seco; [...] Después de bien seco, si no bastase quitarlo los granos con un cuchillo, se le pasará una lixa blanda para dexarlo más igual.⁵⁷⁷

De las indicaciones de Pacheco puede destacarse su recomendación de aplicar sucesivamente los estratos de yeso mate cuando aún no han secado los precedentes, como aconsejaba siglos atrás Cennini y a diferencia de otros autores. De este modo se integran unos con otros en mayor medida.

*Aplicación
del bol*

Según Francisco Pacheco, la elaboración adecuada de la templa del bol constituía un elemento primordial en el dorado al agua bruñido. Pacheco establece como norma que, a una parte de la cola empleada en el yeso mate, se añadieran tres o cuatro de agua⁵⁷⁸. Previamente debía molerse el bol en agua. A continuación, se aplicaban cinco manos. La mezcla se calentaba para aplicar cada mano, añadiéndose bol sucesivamente. Como puede comprobarse, Francisco Pacheco coincide con numerosos autores en esta adición progresiva de bol a la mezcla. Con ello, ésta gana cuerpo a la vez que enflaquece, ya que la cantidad de cola respecto a la de bol es menor. De este modo se cumple la norma de que los estratos inferiores deben aglutinarse con templa más fuerte que los subsiguientes. Continuando con el proceso de dorado, Pacheco recomienda el dorado con agua, mojándose la zona convenientemente y salvando la zona ya dorada. El operario podía ayudarse de vaho, algodón o aguacola⁵⁷⁹.

Con respecto a la técnica del dorado con oro mate sobre tabla, este autor recomienda que el soporte se prepare con dos manos de yeso grueso y otras dos de mate, o con yeso de modelos (ya se ha explicado el posible significado de esta expresión) y albayalde, aplicados en tres o cuatro manos. A continuación, se aplica un estrato de sombra, blanco y azarcón como secante. Si la tabla presenta una superficie regular, se aplica una mano de cola con ajos, a la que deben seguir dos

⁵⁷⁷ *Ibidem*.

⁵⁷⁸ Pacheco indica que en verano debían emplearse cuatro partes de agua, ya que la templa se fortalecía. *Ibidem*.

⁵⁷⁹ *Ibidem*, libro tercero, cap. VII, p. 507.

capas de negro de carbón templado con cola, y otra mano de cola. Por último, se sisa⁵⁸⁰.

Aún en el siglo XVIII A. Palomino de Castro y Velasco evoca la utilización del yeso en el aparejo de tablas para pintar al temple. Según el autor, primeramente se aplica una mano de cola caliente. Palomino destaca la conveniencia del empleo de ajicola en caso de que la madera exude resina. Como se ha indicado, los desperfectos del soporte se solventan mediante el empleo de «un plaste de cola, y yeso, a manera de masilla». Para rellenar estas zonas prescribe el empleo del «cuchillo» y, con el fin de enrasarlas, recomienda el uso de este mismo instrumento o lija. Palomino señala que la primera mano de aparejo lleva la cola más fuerte que las demás. A continuación, se aplica otra mano de cola⁵⁸¹ y una o dos de yeso pardo mezclado con ceniza al menos al 50%. Por último, se frota la superficie con pómez⁵⁸². Esta preparación para la pintura al temple sobre tabla difiere ya, en cierta medida, de las que se ajustaban a las pautas tradicionales. El empleo de ceniza posiblemente modificara el tono de los estratos preparatorios. Por otra parte, el autor señala que esta preparación puede utilizarse también para lienzos.

*Instrucciones
de Antonio
Palomino para
preparar las
tablas*

En los párrafos donde este autor hace referencia a la pintura al óleo sobre tabla según «usaban los antiguos», señala que se ha renunciado prácticamente a este tipo de soporte por los múltiples inconvenientes que presenta, inherentes a su propia naturaleza⁵⁸³. Según este autor, en su época solían aparejarse las tablas en base al empleo de una preparación oleosa, que podía aplicarse sobre una mano de cola.

⁵⁸⁰ *Ibidem*, libro tercero, cap. VI, p. 493, libro tercero, cap. VII, p. 509.

⁵⁸¹ El autor parece indicar que la mano de cola se aplique únicamente sobre las zonas donde se ha lijado, aunque no se descarta la aplicación de una mano general a toda la superficie. PALOMINO DE CASTRO Y VELASCO, A., *op. cit.*, tomo II, libro VI, cap. V, I, p. 219.

⁵⁸² *Ibidem*, tomo II, libro VI, cap. V, I, pp. 219-220. Otros muchos autores hacen referencia al empleo de este material en el pulido de las preparaciones. El conocimiento de la composición de este material puede resultar especialmente interesante al estudioso que incluye entre sus herramientas de conocimiento diversos métodos de análisis de los materiales. Partículas de piedra pómez, efectivamente, podrían aparecer sobre los estratos de yeso cuando se observa, por ejemplo la muestra por microscopía electrónica de barrido (MEB) y se efectúan los correspondientes microanálisis por dispersión de energía de rayos X (DEX). De acuerdo a la *Guía de minerales y rocas*, la piedra pómez es una roca magmática efusiva, compuesta fundamentalmente por vidrio volcánico y cristales de diversos silicatos, ceolita (silicato de aluminio hidratado natural, con sodio, calcio o ambos, $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot x\text{SiO}_2 \cdot x\text{HOH}$) y calcita (CaCO_3). MOTTANA, A., CRESPI, R. y LIBORIO, G.: *Guía de minerales y rocas*, (trad. de Mercè Serrano y Ferrán Vallespinós), Barcelona, Grijalbo, 1975, p. 315. *Hawley diccionario de química y de productos químicos*, *op. cit.*, p. 1041.

⁵⁸³ PALOMINO DE CASTRO Y VELASCO, A., *op. cit.*, t. II, libro V, cap. III, VI, p. 132.

Refiriéndose, sin embargo a la manera en que «los antiguos» realizaban este proceso, indica que, como en el caso de la pintura al temple sobre tabla, primeramente se aplicaba una mano de ajicola. A continuación, se plastecían las imperfecciones del soporte con una masa elaborada a partir de la mezcla de yeso y cola. Después, se extendían dos o tres manos de yeso grueso que A. Palomino denomina «pardo», se lijaba, y se daban otras dos o tres de mate. Este autor indica que la cola con que se mezclaban ambas clases de yeso era la misma y no debía tener una fuerza excesiva. Por último, se lijaba la superficie y se aplicaba una mano de cola y una o dos de imprimación al óleo (el autor no indica los pigmentos que deben emplearse para tal fin)⁵⁸⁴.

Preparación de
las tablas de
acuerdo a
Francisco
Vicente Orellana
y Genaro
Cantelli

Francisco Vicente Orellana en su *Tratado de barnices y charoles* (1755) parece coincidir básicamente con los tratadistas anteriores, si se entiende que el blanco referido en sus indicaciones para preparar el soporte «para pintar al oleo sobre madera» es en realidad yeso y no blanco de plomo:

Despues de haver preparado, y dado la cola à la madera, se le ha de dar una mano de blanco destemplado con cola de retazos de guantes, y luego darle una imprimación con aceyte, y Ocre; despues de enjuto, dibujar, y pintar.⁵⁸⁵

En cualquier caso, llama la atención el hecho de que aluda a la aplicación de una sola mano de ese blanco⁵⁸⁶.

Preparación
de las tablas
mediante la
mezcla de
sulfato y
carbonato
cálcico

Otra receta que sirve para preparar diversos soportes entre los que se encuentra la madera es aportada tanto por este autor como por Genaro Cantelli en su obra *Tratado de barnices y charoles* (1735)⁵⁸⁷. En ella se indica el empleo, a modo de preparación, de una mezcla de yeso mate y blanco de cáscaras de huevo aglutinados con cola de pescado⁵⁸⁸.

⁵⁸⁴ *Ibidem*, t. II, libro V, cap. III, VI, pp. 131-132.

⁵⁸⁵ VICENTE ORELLANA, Francisco, *op. cit.*, p. 89.

⁵⁸⁶ Por otra parte, este autor refiere el empleo de «Bolarmenico» (bol arménico o de Armenia) y aceite de nueces con el fin de elaborar una sisa «para mármol o tabla». *Ibidem*, p. 79. Otras referencias de otros autores al dorado, desde el punto de vista de la decoración, cfr. en HILD, K. W., *op. cit.*, pp. 317-322.

⁵⁸⁷ Debe indicarse, por otra parte, que las recetas de estos dos textos aluden, en numerosos casos, a las artes decorativas. Esta receta podría incluirse quizás en mayor medida dentro de este ámbito.

⁵⁸⁸ V. VICENTE ORELLANA, F., *op. cit.*, p. 101 y CANTELLI, Genaro: *Tratado de barnices y charoles: en que seda el modo de componer uno perfectamente, parecido al de la China, y muchos*

Debe indicarse que Vicente Orellana aporta, además, las indicaciones para preparar este tipo de soporte mediante el empleo de carbonato cálcico. Este hecho puede deberse a que, en realidad, este tratado constituye la recopilación de otros cinco, algunos de los cuales son franceses en origen⁵⁸⁹. A pesar de todo, sus indicaciones constituyen un testimonio de la presencia, en los tratados de aquella época, de procedimientos procedentes de diversas escuelas. Este hecho puede deparar en la incorporación, también a nivel práctico, de procedimientos originarios del norte de Europa en la pintura española; entre estos procedimientos se encontrarían los relacionados con la elaboración de preparaciones. La preparación de carbonato cálcico descrita por Francisco Vicente Orellana será estudiada en el apartado correspondiente a la pintura del norte de Europa.

J. Soler en el *Curso completo teórico práctico de diseño y pintura* (1837) hace referencia a la preparación de los soportes de madera para la pintura al temple. Este autor mantiene, en ciertos aspectos, la tradición de la preparación de los soportes, ya que prescribe el picado de los nudos, su frotación con ajo y la aplicación de agicola. Sin embargo, como Antonio Palomino, en lo que respecta a las manos de yeso, indica el empleo de yeso pardo o blanco mezclado con ceniza⁵⁹⁰. En la pintura al óleo sobre tabla ya no alude a la aplicación de estratos de yeso, sino a una preparación al óleo, la misma que recomienda en la pintura sobre lienzo⁵⁹¹.

*Preparación
de las tablas
de acuerdo a
J. Soler*

A grandes rasgos, de las indicaciones recogidas en los tratados mencionados en los párrafos anteriores se deduce que las preparaciones de las tablas para pintarse al temple se mantienen con el paso del tiempo, basándose en la aplicación de estratos magros de yeso, aunque algunos autores introducen ciertos cambios, como el empleo de ceniza. Asimismo, aunque se trata de un tipo de pintura que tiende a

otros, que sirven à la pintura, al dorar, y abrir con otras curiosidades añadido en esta última impresión, Pamplona: en Valencia por Joseph Estevan Dolz, año 1735, en Pamplona à costa de los Herederos de Martínez, 1755, p. 253. Por otra parte, quizás deba recordarse que las cáscaras de huevo están constituidas por carbonato de calcio (CaCO_3).

⁵⁸⁹ El tratado que incluye la receta relativa al empleo de carbonato de calcio en pintura sobre tabla constituye uno de los cinco que integran el texto de Orellana. S. Muñoz Viñas indica, en un estudio llevado a cabo sobre este texto, que la parte que incluye la receta mencionada fue escrita por un francés entre 1678 y 1720. MUÑOZ VIÑAS, S.: “Fuentes escritas para el estudio de las técnicas y materiales del arte: El «Tratado de barnices y charoles» en la tratadística española del siglo XVIII”, *VIII Congrès de conservació de béns culturals*, Valencia, 20-23 de septiembre de 1990, 99-108.

⁵⁹⁰ SOLER, J.: *Curso completo teórico práctico de diseño y pintura en sus tres principales ramos de olio, temple, y fresco*, (ed. facs. de la de Barcelona, Imprenta de José Torner, Bajada del Regomí, Marzo de 1837), Valencia, Librerías “París Valencia”, 1998, *op. cit.*, tomo II, p. 109.

⁵⁹¹ *Ibidem*, tomo II, p. 47.

desaparecer, tal como testimonian ciertos tratadistas, pervive con el transcurrir de los siglos. Las preparaciones de la pintura sobre tabla al óleo consisten, en los primeros tiempos, en la aplicación de estratos magros de yeso sobre los que se aplican imprimaciones y pueden aplicarse capas de impermeabilización. Con posterioridad, las preparaciones pasan a estar constituidas por pigmentos aglutinados al óleo. Respecto a las preparaciones para efectuar dorados al agua bruñido, subsisten las pautas tradicionales a lo largo del tiempo. Por otra parte, los materiales y procedimientos empleados en el Norte y Sur de Europa, en los últimos siglos parecen empezar a compartirse, como se verá también posteriormente.



Las preparaciones de las tablas en el siglo XX pueden seguir, en numerosos casos, pautas individuales

A lo largo del siglo XX se han seguido diversas tendencias en cuanto a los procedimientos seguidos en la preparación de las tablas. No se tratarán todas ellas puesto que en muchos casos no se siguen normas generales, sino individuales, con lo que el estudio de las preparaciones correspondiente a este período podría constituir, por sí mismo, objeto de una tesis doctoral.

Algunos autores recogen la experiencia de siglos respecto al tratamiento de los soportes

Si bien, a grandes rasgos, la tradición en la preparación de las tablas para ser doradas se mantuvo, no ocurrió lo mismo con las preparaciones de las tablas para ser pintadas tanto al temple como al óleo. Los nuevos tiempos trajeron consigo numerosas variantes relativas tanto al soporte como a los estratos de preparación. En este sentido, José Manaut Viglietti contempla, en su *Técnica del arte de la pintura o Libro de la pintura* (1959), la incorporación de algunos elementos provenientes del desarrollo industrial de la época; no obstante, en lo que respecta a las tablas, recoge la tradición y experiencia de los siglos anteriores:

La buena madera para construir tablas para pintar ha de obtenerse de árboles viejos, apeados en invierno, descortezados y secados al aire libre durante dos años por lo menos [...] son preferibles las maderas compactas y de estructura regular, reuniendo estas condiciones [...] las de ébano, nogal, castaño, haya, roble y, en general, todas las maderas exóticas que sean duras; síguenle en aptitud, el alerce, acacia, peral, olmo y plátano, reuniendo peores condiciones el abeto,

pino, álamo, castaño de la India, sauce y otras. Los tableros han de tallarse perpendicularmente a los radios medulares, es decir, en la dirección de las fibras, y procurando que tengan el mayor ancho posible.⁵⁹²

J. Bonté indica que las especies más valoradas para su empleo como soporte en la actualidad son el álamo de Holanda, por su grano regular y su porosidad, la caoba, ya que no es atacada por los xilófagos y no se alabea y el castaño, que presenta unas propiedades similares a la anterior⁵⁹³.

Para unir las tablas que conforman el soporte, aún algunos autores aconsejan la utilización de cola fuerte⁵⁹⁴ o una emulsión de caseína⁵⁹⁵. El grosor mínimo recomendado por Manaut Viglieti es de 1cm, dependiendo del tamaño del soporte.

Todavía durante este siglo, ciertos autores muestran interés en el subsanado de los defectos de la madera. Manaut Viglieti recomienda la aplicación del plastecido, utilizando para ello una mezcla de serrín y cola o barniz de almáciga y alabastro (recuérdense las indicaciones al respecto de autores como Francisco Pacheco)⁵⁹⁶. J. Bontcé, en su obra *Técnicas y secretos de la pintura*, indica:

Los nudos de la madera siempre tienen resina. Pueden tratarse quemándolos con soplador o un hierro candente, o con una solución de silicato de potasa y agua, a partes iguales, con un poco de blanco de cinc. Los agujeros o grietas se tapan con una pasta que se forma disolviendo una parte de cola fuerte en dieciséis de agua caliente, y

⁵⁹² MANAUT VIGLIETTI, J., *op. cit.*, p. 186.

⁵⁹³ BONTCÉ, J., *op. cit.*, p. 54.

⁵⁹⁴ Manaut Viglieti describe la cola fuerte en los siguiente términos: «[...] la cola fuerte o cola de carpintero, también llamada de Flandes, confeccionada con pezuñas, cueros y huesos del ganado caballar y bovino». MANAUT VIGLIETTI, J., *op. cit.*, pp. 165, 186.

⁵⁹⁵ La emulsión de caseína aludida por Manaut Viglieti parece ser la cola de queso mencionada por algunos autores, entre los que se encuentra Cennino Cennini, como se ha indicado. Su elaboración comprende este sencillo proceso: «[...] Al requesón blanco y fresco, bien amasado, se le añade una quinta parte de su volumen de lechada de cal apagada, se mezcla bien y esta pasta se diluye en agua, con mayor o menor cantidad, según la fluidez que se desee». *Ibidem*, pp. 164, 186. También J. Bontcé se refiere al empleo de cola de caseína para unir las tablas. V. BONTCÉ, J., p. 54. La caseína es un agregado coloidal compuesto de diversas fosfoproteínas, que se encuentra en la leche en forma de complejo heterogéneo (caseinato cálcico), pudiendo precipitarse con ácidos o con el cuajo enzimático. *Hawley diccionario de química y de productos químicos*, *op. cit.*, pp. 202-203.

⁵⁹⁶ MANAUT VIGLIETTI, J., *op. cit.*, p. 186. Por otra parte, con toda probabilidad, el alabastro aludido es alabastro yesoso, es decir, sulfato cálcico.

añadiendo, cuando la cola está casi fría, serrín y cal apagada hasta que se obtenga una mezcla de relativa consistencia.⁵⁹⁷

Asimismo, y con el fin de evitar el alabeamiento de los soportes, Bontcé menciona la disponibilidad en el comercio de marcos especiales que, a diferencia de los barrotes encolados y entrecruzados, permiten el movimiento de la madera sin ocasionar daños en la policromía⁵⁹⁸.

Se incorporan
tratamientos
nuevos a los
soportes

Algunos de los tratamientos más recomendados para la adecuación de las tablas, antes de emplearlas como soportes pictóricos, son referidos por A. H. Church en *The Chemistry of paints and paintig* (1901). Según este autor, primeramente, se dejan secar las tablas al aire para, a continuación, sumergirlas en agua caliente (alrededor de 50°C). Una vez secas, se aplicaba un lavado con sublimado corrosivo⁵⁹⁹ disuelto en alcohol desnaturalizado⁶⁰⁰. Por último, se deja secar la tabla en una cámara de aire caliente⁶⁰¹.

Este proceso es descrito de forma muy similar por J. Bontcé. El texto indica que el mejor tratamiento que podía proporcionarse a la madera comenzaba por dejarla secar al aire libre, una vez descortezada, durante dos años. Después se impregnaba con la solución de sublimado y alcohol metílico:

Este procedimiento que hoy se practica tratando la madera en agua hirviendo o someténdola al vapor, después de impregnarla en una solución de sublimado y alcohol metílico, es para extraer, por lo menos en parte, la resina sobrante, coagulando los albuminoides a los que se atribuyen la mayor causa de deterioro y previniendo la carcinoma.⁶⁰²

⁵⁹⁷ BONTCÉ, J., p. 54.

⁵⁹⁸ *Ibidem*, pp. 54-55.

⁵⁹⁹ Ya se ha indicado que el sublimado corrosivo es cloruro mercurico (HgCl₂), que se presenta en forma de cristales blancos o polvo y es soluble en agua, alcohol, etc. *Hawley diccionario de química y de productos químicos*, op. cit., p. 647.

⁶⁰⁰ Se trata de etanol al que se ha añadido alguna sustancia con el fin de que no sea utilizado como bebida. Uno de los líquidos que se suele añadir es metanol.

⁶⁰¹ CHURCH, A. H.: *The chemistry of paints and painting*, Londres, Seeley and Co. Limited, 3ª ed., 1901, p. 29.

⁶⁰² BONTCÉ, J., op. cit., p. 54.

Además de las tablas, durante el siglo XX se han empleado abundantemente otros nuevos soportes. Entre éstos se encuentran los tableros de contrachapado. Este material es descrito por José Manaut indicando que son

Durante el siglo XX se han empleado abundantemente otros soportes similares a las tablas

[...] fabricados con un número impar de chapas de okume, u otras maderas exóticas, superpuestas con las fibras perpendiculares, encoladas en frío y a presión [...].⁶⁰³

Los adhesivos empleados para aglutinar las chapas pueden ser diversos. Los fenólicos proporcionan resultados muy duraderos⁶⁰⁴. Al construirse disponiendo las fibras en la manera citada, se contrarresta el movimiento de la madera. Los tableros de alma maciza son una variedad de contrachapado en el que el núcleo está elaborado con listones de madera sin encolar; a ambos lados se disponen una o dos placas de madera. Los tableros alistonados están formados por un núcleo constituido por pequeños listones encolados, generalmente, por los bordes. También a ambos lados se colocan placas de madera⁶⁰⁵.

Tableros de contrachapado

Entre todos los soportes de madera, Pérez Dolz prefiere los tableros de contrachapado, debido a su mayor estabilidad:

Hoy día posee la técnica de la madera medios de preparar perfectos tableros para esta clase de pintura, sobre todo desde que se fabrican grandes tableros de diversos gruesos, compuestos de varias chapas encoladas en direcciones opuestas a su fibra [...] puede evitarse la salida de la carcoma a la superficie de la tabla, empleando para las primeras capas de cola un poco de una sal de arsénico, pues de esta manera es seguro que la carcoma no pasa de allí. Las chapas son lo bastante grandes para que rara vez la necesidad de las dimensiones de un retablo nos obligue a tener que unir o encolar dos chapas[...] Desde luego que es muy conveniente engatillar la tabla, dándole por su revés un entramado de madera que asegure la inmovilidad de su plano lo más posible.⁶⁰⁶

⁶⁰³ MANAUT VIGLIETI, J., *op. cit.*, p. 186.

⁶⁰⁴ JACKSON, A. y DAY, D.: *Manual completo de la madera, la carpintería y la ebanistería*, (trad. Cyan), Madrid, 1993, pp. 34-35.

⁶⁰⁵ *Ibidem*, p. 36.

⁶⁰⁶ PÉREZ DOLZ, F., *op. cit.*, p. 50.

José Manaut indica que, tanto este soporte como los tableros tipo táblex, que se describirán más adelante, deben reforzarse mediante su montaje en bastidores. Para las tablas recomienda el empleo de embarrados y engatillados. Sin embargo, el tiempo ha venido demostrando, que este último sistema no proporciona siempre resultados satisfactorios⁶⁰⁷.

Por otra parte, habiéndose contrastado a lo largo de los siglos el efecto beneficioso del encolado de lienzos sobre estos soportes, J. Bontcé recoge y considera oportuna esta práctica para tableros de contrachapado⁶⁰⁸. No obstante, el tablero podría deformarse si no se tomara la precaución de aplicar la preparación por ambas caras⁶⁰⁹.

Frente a lo indicado por Pérez Dolz, J. Bontcé no considera segura la utilización de tableros de contrachapado para obras de mediano o gran tamaño. Además advierte contra la práctica actual y habitual de los artistas de no aplicar ningún tipo de preparación a estos soportes, con lo que se deforman y deterioran. Según el autor, con la aplicación de una capa de preparación se reduce el riesgo de aparición de este tipo de daños⁶¹⁰.

*Tableros de
partículas o
aglomerados*

Otro tipo de soportes de madera utilizados en la actualidad son los tableros de partículas o aglomerados, contruidos a partir de virutas de madera dura o blanda encoladas a presión. Se caracterizan porque, en general, son extraordinariamente sensibles a la humedad⁶¹¹.

Tableros de fibra

Los tableros de fibra están constituidos por pequeñas partículas de madera que pueden estar unidas por diversos aglutinantes y a diferente presión. Dentro de este tipo de tableros existen los tipos duro y semiduro; en los últimos, el aglutinante utilizado en la elaboración del tablero se halla en las fibras de la madera. Los tableros duros, además, se impregnan con aceite y resina. Dentro de los tableros de fibras semiduros se encuentra también el tablero de fibras de densidad media (DM), que se

⁶⁰⁷ MANAUT VIGLIETI, J., *op. cit.*, pp. 186-187. Como se recordará, J. Bontcé está en contra de estos sistemas de refuerzo, que se han revelado en muchos casos perjudiciales para el mantenimiento de la policromía.

⁶⁰⁸ Según el texto, los lienzos podrían prepararse mediante el empleo de cola, yeso o caseína. BONTCÉ, J., *op. cit.*, p. 55.

⁶⁰⁹ *Ibidem.*

⁶¹⁰ *Ibidem.*

⁶¹¹ V., asimismo, los diversos tipos de tableros de partículas en JACKSON, A. y DAY, D., *op. cit.*, pp. 36-37.

fabrica mediante un proceso seco; en este caso, el aglutinante de las fibras es una resina sintética⁶¹².

J. Bontcé alude a una relativamente amplia gama de soportes. Entre éstos, cita masonita y linóleo, aunque desecha su uso como soportes pictóricos por su escasa permanencia⁶¹³. El primero, denominado comúnmente táblex, es definido por el *Hawley diccionario de química y de productos químicos* en los siguientes términos:

Táblex

[...] tablero aglomerado que se hace tratando astillas de madera con vapor a alta presión y comprimiendo las fibras resultantes con calor para formar tableros rígidos. La fibra se impermeabiliza con una emulsión basada en parafina.⁶¹⁴

Respecto al linóleo, se trata de un material que consta de una tela de yute impregnada de un revestimiento formado por una mezcla de polvo de corcho, goma kauri, resina y materias colorantes, a la que se le añade aceite de linaza oxidado. La tela así impregnada se hace pasar por entre los cilindros fuertemente comprimidos de una claudria, que le dan la conveniente cohesión y regularizan el espesor del producto acabado⁶¹⁵. El proceso tiene lugar en el interior de una cámara caliente.

Linóleo

Pero ya con respecto al ámbito de las preparaciones⁶¹⁶, en primer lugar hay que señalar que, en numerosas ocasiones, los soportes no se han preparado⁶¹⁷; por otra parte, cuando presentan la capa de preparación, en su elaboración y aplicación han podido utilizarse una amplia variedad de sustancias y procedimientos. Además, las preparaciones de numerosos artistas se han ajustado dentro de las siguientes tendencias: las que se corresponden, en términos generales, con las preparaciones tradicionales, las que están constituidas por la mezcla de cargas con pigmentos blancos, y por último, las preparaciones aglutinadas con un medio sintético. A

Preparaciones

⁶¹² *Ibidem*, p. 38.

⁶¹³ BONTCÉ, J., *op. cit.*, p. 55.

⁶¹⁴ *Hawley diccionario de química y de productos químicos*, *op. cit.*, p. 640. Mayer describe este tipo de tableros de forma muy similar. MAYER, R., *op. cit.*, p. 320.

⁶¹⁵ *Nueva enciclopedia Larousse*, *op. cit.*, vol. 6, p. 5847.

⁶¹⁶ No se incluirán las que no presentan estratos constituidos o integrados, al menos en parte, por sulfato o carbonato cálcico.

⁶¹⁷ HILER, H.: *The painter's pocket-book of methods and materials*, (ed. de Jan Gordon y rev. de Colin Hayes), Londres, Faber and Faber, 3ª ed., 1970, p. 107. El texto de la autora indica que todos los soportes, salvo el lienzo, pueden pintarse sin preparar.

continuación se aportan algunas de las pautas más recomendadas por diversos autores.

*Preparaciones
tradicionales en
el siglo XX*

Las preparaciones tradicionales han continuado adoctrinándose, si bien para un sector minoritario –más bien de artesanos que de artistas– con el fin de dorar las tablas especialmente; en este contexto su proceso de aplicación se ha mantenido prácticamente inalterado. En algunos casos, también se han aplicado con el fin de preparar las tablas para pintar.

*Dorado al agua
bruñido y mate
según Manuel
Sáenz y García*

A modo de ejemplo, Manuel Sáenz y García en su *Manual teórico-práctico del pintor, dorador y charolista* (1902) describe el dorado de la pintura sobre tabla de acuerdo a pautas mantenidas a través de los siglos, a las que se añaden algunas pequeñas innovaciones que se dan a lo largo de todo el proceso. Por ello, puede resultar de interés para el lector el conocimiento detallado del mismo.

Tras describir los útiles de taller del dorador⁶¹⁸, hace referencia a la elaboración de los materiales integrantes de las preparaciones. La cola empleada es la de «retal de baldés curtido», es decir, cola de guantes:

Se coge retal de baldés curtido; se sacude á fin de que salga todo el polvo y borrilla que contenga; se echa en agua diez ó doce horas después, y se lava restregándolo á puñados y escurriéndolo bien; de este modo se le dan tres aguas de fuente, evitando toda la salobre. Después se echa en una caldera ú olla, y se cubre de agua de fuente; se pone al fuego lento hasta que después de cocida se ha desecho completamente el retal; en seguida se aparta, se cuela por un cedazo de cerda ó alambre más claro que los del yeso, y se deja helar; la parte más sucia se baja al fondo, y la mayor parte se queda encima; á ésta se llama cola de flor; aquélla se llama cola de asientos. Los franceses usan, en vez de cola de retal de baldés, las pieles de conejo, pero esta cola requiere otros yesos, y en nuestro país da malos resultados, pues se corrompe al momento.⁶¹⁹

Como ya se ha indicado, el bol requerido por este autor se prepara a partir de una tierra procedente de Llanes (Asturias), que presenta color rojo oscuro. Para elaborarlo, se desecha la parte terrosa y se añade agua, colándose a continuación con un cedazo fino. Después, se muele intensamente en la losa hasta convertirlo en un material impalpable. Para ello, «losa», «moleta» y «cuchillo» deben estar limpios.

⁶¹⁸ SÁENZ Y GARCÍA, Manuel, *op. cit.*, pp. 214-219.

⁶¹⁹ *Ibidem*, p. 220.

Asimismo, debe añadirse a cada libra de bol⁶²⁰ una o dos onzas⁶²¹ de lápiz plomo molido tan finamente como el bol (recuérdense las indicaciones de Francisco Pacheco al respecto).

Respecto a la comercialización de este material señala:

El mejor medio es comprarlo en las tiendas de colores, donde se vende preparado en pastillas, no habiendo necesidad más que de echarlas en agua clara muy limpia.⁶²²

La templa empleada para dorar se elabora con agua y una pequeña cantidad de «cola de flor», o cociendo un «puñado de retal» hasta que adquiere una consistencia similar a la de la gelatina.

El procedimiento a seguir para efectuar el dorado al agua bruñido pasa por, primeramente, eliminar el polvo superficial de la pieza de madera. Seguidamente, se pican con un hierro los nudos y partes de la madera que exudan resina y se frotan con ajo. A continuación, se aplica la sustancia que el autor denomina «caldo de primera» y que se prepara calentando tres partes de cola con una de agua en la que previamente se ha hervido una cabeza de ajo. Se trata, por tanto, de una sustancia muy similar a la ajicola o gíscola mencionada en textos muy anteriores.

El siguiente paso reside, como han indicado otros autores, en solventar las imperfecciones de la obra con «plaste», práctica conservada, como la anterior, a través de los siglos:

Después de seca esta mano se hace un poco de plaste con yeso negro en polvo, pasado por tamiz, y cola de flor ó asientos, pero un poco aguada, y se plastece igualando todos los desperfectos que contenga la obra, repasándolos luego de secos con hierros y escofinas [...].⁶²³

⁶²⁰ Como ya se ha indicado, la libra castellana equivale a 460g. MARTÍNEZ DE SOUSA, J.: *Diccionario de ortografía técnica. Normas de metodología y presentación de trabajos científicos, bibliológicos y tipográficos*, Salamanca, Fundación Germán Sánchez Ruipérez, 1987, Biblioteca del Libro, Serie «Maior», p. 391.

⁶²¹ La onza es una medida de peso que presenta diversos valores, comprendidos entre 24 y 33 g. V. *Nueva enciclopedia Larousse, op. cit.*, vol. 7, p. 7213.

⁶²² SÁENZ Y GARCÍA, M., p. 221.

⁶²³ *Ibidem*, p. 223.

Tras esta mano de cola, se aplican dos de yeso negro, una más clara y otra más espesa. Como puede apreciarse, dentro de las indicaciones de los tratadistas españoles ha disminuido el número de capas de yeso grueso a aplicar. Llama la atención el hecho de que el autor recomiende la elaboración del yeso negro en base a su mezcla con una pequeña cantidad de yeso mate y la «cola de flor» ya descrita. El conjunto se tamiza antes de aplicarlo. A continuación, se lija el yeso con la lija de pellejo. Ya se ha indicado que este término puede hacer alusión a la lija elaborada con la piel del pescado denominado lija o pintarroja.

Seguidamente, se aplica el yeso mate en cinco o seis manos no muy gruesas. Este yeso se elabora mediante su mezcla con la cola referida para el negro pasándolo, seguidamente, por un cedazo fino. El autor indica que, con anterioridad, el yeso mate debe rayarse con un rallador metálico, con lo que se presume previamente se encontraba en forma de panes. Según el texto de Sáenz y García, la preparación debe alcanzar un espesor comprendido entre uno y dos milímetros. Entonces, se procede al «repasado» de la pieza mediante el empleo de lijas y hierros de repasar «de todos tamaños y formas». Con el fin de eliminar el polvillo producido durante esta operación se emplean fuelles. Tras limpiar perfectamente la pieza, se aplica una mano de templa a la que se ha añadido una pequeña cantidad de ocre con lápiz plomo.

A continuación, se aplican tres manos de bol mezclado con la templa. La primera de estas manos ha de ir menos cargada de bol; como se recordará, esta indicación ha sido aportada por diversos tratadistas, como Cennini, Borghini o Pacheco. Una vez seca la última capa, se pasa sobre los salientes y zonas lisas la brocha denominada «pulidor», que corresponderá, con toda probabilidad, a la actualmente denominada «perrillo» que sirve para eliminar, mediante frotación, las partículas del bol que no quedan bien adheridas, a la vez que bruñe ligeramente la superficie, con lo que ésta adquiere una textura especialmente suave.

Siguiendo con las directrices de este autor, sobre el pomazón se corta con el cuchillo el trozo del pan a aplicar. A continuación, el operario moja el bol con agua mediante el empleo de un pincel. No debe mojarse en ningún momento el pan de oro por su cara anterior, ya que se mancharía. Transcurrido el tiempo conveniente, se bruñen los panes en las zonas donde va el oro bruñido. Tras el resanado de las zonas donde el oro no se adhirió, se bruñen estas zonas, denominadas por Manuel Sáenz y García «resanas». Para el dorado mate, recomienda la aplicación de una mano de templa después de dorar, resanando a continuación y aplicando una nueva mano de templa. Este autor recomienda dorar primero las zonas mates, posiblemente para

evitar que se manche el oro bruñido si se realiza en el orden inverso. Efectivamente, en el oro mate se aprecian en mucha menor medida las manchas, debido a la ausencia de brillo y a que sobre el oro se aplica la templa, como se ha indicado. Una vez concluidas estas operaciones, se aplica sobre las zonas mates un baño que el autor describe de la siguiente manera:

Es una composición líquida que se usa para bañar la obra dorada de las partes mates, á fin de que el oro tome el color de dorado á fuego; se prepara del modo siguiente: para una cantidad de cuartillo y medio se pone, en media azumbre, dos onzas de achiote, dos de heces de vino secas y calcinadas (por otro nombre tártaro), una onza de gutagamba, media de sangre de drago, una cuarta onza de bermellón de la china y 18 gramos de azafrán tostado. Después que ha hervido el agua hasta reducirse una tercera parte, y que se haya quedado la mezcla en una regular consistencia de licor, se pasa por un tamiz de seda, y cuando se quiere usar se le añade un poco de agua gomada, y se vuelve á colar; este es el mejor baño español para el dorado al agua;⁶²⁴

Por último, se aplica una capa de pintura en las partes ocultas de la talla y «los cantos de los marcos», que no han sido dorados, mediante el empleo de cola, ocre claro y amarillo de cromo⁶²⁵.

Sáenz y García diferencia las bases o preparaciones del dorado mate, al agua, de las del dorado a sisa. La preparación, en este caso, está constituida por una base de yeso, igual a la descrita para el dorado al agua, sobre la que se aplican, sucesivamente, una mano de cola con una pequeña cantidad de «amarillo», una mano

Dorado a sisa

⁶²⁴ *Ibidem*, p. 222. Como se recordará, el bermellón es sulfuro de mercurio (HgS). Cuartillo: «Medida de líquidos, cuarta parte de una azumbre, equivalente a 504 ml». REAL ACADEMIA ESPAÑOLA, (1978), *op. cit.*, p. 387. Este diccionario identifica el «achiote» con la «bija», que define a su vez como «Árbol de la familia de las bixáceas [...] y de la semilla se saca por maceración una substancia de color rojo que los indios empleaban antiguamente para teñirse el cuerpo y hoy se usa en pintura y en tintorería. ». *Ibidem*, pp. 23, 182. El vocablo «tártaro» se refiere a la costra que aparece en las paredes de la vasija donde fermenta el mosto. Es el tartrato ácido de potasio o crémor tártaro. *Nueva Enciclopedia Larousse*, *op. cit.*, vol. 10, p. 9520-9521. *Hawley diccionario de química y de productos químicos*, *op. cit.*, p. 817. La «sangre de drago» es el colorante de color rojo carmín, extraído del tronco del *Calamus draco*, árbol que crece en Asia Oriental e Islas Canarias. Por último, la «gutagamba» es una «Planta arbórea, de la que fluye una gomorresina sólida, amarilla, que se emplea en farmacia y en pintura. (Crece en la India. Corresponde a la especie *Garcinia morella* y otras próximas; familia gutíferáceas.)». *Nueva Enciclopedia Larousse*, *op. cit.*, vol. 5, p. 4786.

⁶²⁵ SÁENZ Y GARCÍA, Manuel, *op. cit.*, p. 226. El amarillo de cromo es un cromato de plomo (II) (PbCrO₄), opaco, soluble en ácidos y álcalis fuertes e insoluble en agua. MAYER, R., *op. cit.*, p. 50. *Hawley diccionario de química y de productos químicos*, *op. cit.*, p. 792.

de goma laca y, por último, la «sisa española» o la «francesa denominada mixtión» tratándose, en ambos casos, de bases grasas. Igualmente, pueden aplicarse únicamente dos manos de albayalde mezclado con amarillo, una mano de goma laca y, por último, la sisa⁶²⁶.

La sisa española se elabora de la siguiente manera:

Se pulveriza una libra de ocre claro de Calamocha con una tercera parte de albayalde y una onza de litargirio; cada cosa se muele por sí, con secante bueno que se haya hecho en casa, y muy perfectamente molido, se revuelven las tres cosas bien en la losa [...] para aclararla y gastarla se hace uso del secante ó aceite de linaza.⁶²⁷

De la «sisa extranjera ó mixtión» indica que se elabora en base a la utilización de aceite craso, betún judaico, ámbar amarillo y mástic⁶²⁸.

Otros pigmentos que pueden mezclarse con el mixtión son, según K. W. Hild, amarillo de cromo y ocre claro⁶²⁹.

Eugenio Herranz
García aporta
algunas
innovaciones a
las pautas
tradicionales del
dorado al agua
sobre tabla

Respecto a las modificaciones que surgen en el siglo XX en la labor del dorador, resultan de gran interés las pautas que Eugenio Herranz García da para este fin en *El arte de dorar*. Sus conocimientos, fundamentalmente adquiridos en el quehacer diario del taller y legados asimismo por su padre, Jesús Herranz, que trabajó, como se ha indicado, a fines el siglo XIX y comienzos del XX, constituyen un testimonio fehaciente de las circunstancias y ocupaciones en que discurría la labor del dorador durante esta época.

Primeramente, Eugenio Herranz hace referencia a la aplicación de una primera mano de aguacola elaborada con cola de conejo hidratada en agua (1 pastilla por medio litro de agua). Ya seca, se procede a aplicar el yeso. Este autor no se refiere a la aplicación de yeso grueso sobre las tablas, sino únicamente yeso mate. Se plastece y aplica el yeso mate mezclado con la cola anterior. Se dan entre tres y cinco manos, dependiendo del estado de la madera. El autor indica que, generalmente, es

⁶²⁶ SÁENZ Y GARCÍA, M., *op. cit.*, pp. 227-230.

⁶²⁷ *Ibidem*, p. 229. El autor parece identificar el secante con aceite de linaza. Ya se ha definido el albayalde; con respecto al litargirio, puede indicarse que químicamente es monóxido de plomo (PbO), empleado tradicionalmente como secante.

⁶²⁸ *Ibidem*.

⁶²⁹ HILD, K. W., *op. cit.*, p. 317.

conveniente lijar entre mano y mano con la lija de madera, así como al finalizar el enyesado, utilizándose, además, los hierros de repasar en las superficies con molduras. En los planos, este autor hace referencia a los útiles que denomina «hierro escalera», pieza de metal plana y dentada utilizada para eliminar las desigualdades mayores de la superficie y otra, llamada «hierro plano», que se empleaba con el fin de terminar de alisar la superficie. Después se aplicaba la lija. Se da entonces una mano de cola muy rebajada (una parte de cola y dos de agua) y, una vez seca, bol (una parte de cola y cinco de agua). De éste se dan tres manos, la última con la cola ligeramente rebajada⁶³⁰. Para dorar se emplea agua, con unas gotas de cola y de alcohol. Se deja secar y se bruñe el oro. Este autor recomienda barnizar el oro (con barniz zapón⁶³¹) para evitar que se dañe el oro debido al roce⁶³².

Del mismo modo que Sáenz y García, Herranz hace referencia a las preparaciones a base de yeso para los dorados con mordiente. Cuando se trata de una superficie ya decorada, únicamente se aplican una mano de pintura al óleo, rojiza, goma laca y el mordiente. Sin embargo, cuando la superficie a dorar es la madera, se aplican la capa de cola, las de yeso, una mano de bol, goma laca y, por último, el mordiente⁶³³.

Pérez Dolz, profesor de la Escuela de Arte y Oficios Artísticos y de la Superior de Bellas Artes de Barcelona, en su *Iniciación a la técnica de la pintura* (1949?), describe las preparaciones de las tablas para ser pintadas al temple o para dorarse. El autor recurre aún a las enseñanzas de Cennino Cennini, aunque incluye también algunos datos sobre el quehacer habitual de la práctica de taller coetánea. Éstos resultan sumamente interesantes ya que constituyen la interpretación que, desde el punto de vista del artífice, se daba en España a los textos de Cennini. El texto de Pérez Dolz pone, asimismo, de manifiesto la terminología que aquel momento se utilizaba para los diversos útiles y materiales empleados:

Instrucciones de Pérez Dolz relativas al dorado al agua de las tablas

Buena es, sin duda, la cola que ordinariamente usan los carpinteros para las subsiguientes preparaciones; al cabo no es otra que la cola de pieles hervidas que se usaba en tiempo de Cennini y aun

⁶³⁰ Recuérdense las indicaciones de otros tratadistas respecto a la progresiva debilidad de las manos de bol.

⁶³¹ Nitrato de celulosa disuelto en acetato de amilo ($\text{CH}_3\text{COOC}_5\text{H}_{11}$). Se denomina «Zapon» en Europa y «Duco» en América. http://aic.stanford.edu/jaic/articles/jaic35-03-005_3.html. 13-VI-02.

⁶³² HERRANZ GARCÍA, E., *op. cit.*, pp. 26-43.

⁶³³ *Ibidem*, pp. 48-49.

mucho antes. De esta cola, estando bien caliente, se deben dar dos o tres manos a la madera, dejando secar bien de una a otra y procurando no secar al sol [...]. Cennini aconseja dar las primeras capas de yeso con una espátula y apretando bien la masa sobre la madera; para esto prepara dicha masa sobre la piedra, con yeso moreno -que llama *gesso grosso*-; pero antes de extender el yeso pegaba sobre la madera tiras encoladas de tela de lino, probablemente de ropas blancas usadas, pero limpias de toda sospecha de grasa y libres de costuras y estorbos. Con las manos y estando las tiras de lienzo encoladas calientes, se iban extendiendo sobre la madera, aplastándolas bien y dejándolas secar [...] todavía con la punta del cuchillo había que ir resiguiendo algún pequeño nudo que pudiera tener el tejido [...]. Y entonces, habiendo empastado bien yeso y cola, pero siendo ésta bastante menos fuerte que la usada la primera vez, se procedía a extender con la espátula el yeso bien por igual y sin dejar huecos ni partes falsas. Ya perfectamente seca esta primera capa de yeso, se repasa todo el plano de la tabla con la raedera o cuchilla, dejándola lo más lisa posible. Otras dos o tres manos de este yeso moreno hay que dar, procurando que cada capa tenga algo más débil la cola, y estas manos y las posteriores pueden ya darse a pincel. Las tres o cuatro manos últimas hay que darlas de yeso fino, del llamado de dorador [...]. Pues de este yeso -que llama Cennini *gesso sottile*-, con la cola cada vez algo más débil, se dan esas últimas tres o cuatro manos de pincel.⁶³⁴

Del texto anterior se deduce que Pérez Dolz se inspira notoriamente en Cennini, pero adaptando algunos de estos procesos a la práctica de su propia época. En cuanto al número de capas del yeso mate, que Pérez Dolz denomina «fino», quizás por traducir literalmente el término italiano («*sottile*»), el autor se acerca más al número de las reseñadas en los contratos españoles, que suelen especificar la aplicación de cuatro o cinco, que a las ocho indicadas por Cennini. Concuerta, asimismo, en cierta manera con este autor al apuntar hacia la debilidad progresiva de la cola con que se aglutinan los estratos sucesivamente aplicados. Como se recordará, Cennini indicaba que se empleara la misma cola tanto para el yeso grueso como para el mate pero, en realidad, la utilizada con el yeso mate resultaba más débil, no porque se tratara de una cola menos fuerte, sino porque previamente el yeso mate había sido molido con agua.

⁶³⁴ PÉREZ DOLZ, F., *op. cit.*, pp. 50-51.

Respecto al pulido del yeso fino, el autor se refiere a una práctica actual, consistente en el empleo de papel de esmeril, utilizado de un modo sencillo y muy útil:

*Pérez Dolz
aporta algunas
prácticas e
instrumentos
actuales*

La operación de raer y afinar definitivamente la superficie de la tabla ha de hacerse con el mayor esmero; por medio de un trozo de madera bien plana y poniendo sobre ella un regular trozo de papel de esmeril fino, y un poco de mullido de papel entre el esmeril y la madera, se va fregando en redondo y alisando con igualdad la superficie toda de la tabla. El plano debe quedar perfectamente liso [...] Este pulimento puede ser conseguido por medio de una muñequilla de seda y espolvoreando la tabla con polvos de talco; quedará así como un estuco brillante y hermoso como un mármol pulimentado. Apenas el total del espesor de esta preparación entera excederá de dos milímetros y es lo suficiente, y aun puede ser menos sin peligro alguno.⁶³⁵

A continuación, hace hincapié en una precaución fundamental para este tipo de preparaciones:

[...] ya preparada la superficie sobre la cual se ha de pintar, se procura guardarla del polvo y de cualquier detrimento, pues el yeso es materia más delicada de lo que se piensa.⁶³⁶

Sobre la base de yeso referida, se aplicaban las capas de «bol Arménico» o «de la Armenia», que también denomina «bolo». Para Pérez Dolz y, presumiblemente, sus coetáneos, este material

Es una tierra compacta, de color amarillo carnosos, aunque la hay también rojiza, que probada con la punta de la lengua se adhiere fuertemente a ella. Esta arcilla tan fina se diluye fácilmente en agua, y tal como se encuentre en el comercio estará en disposición de ser usada.⁶³⁷

El proceso de aglutinar el material, así como la metodología de aplicación de sus estratos han de ser, según este autor, los antiguamente referidos por Cennini.

⁶³⁵ *Ibidem*, pp. 51-52.

⁶³⁶ *Ibidem*, p. 52.

⁶³⁷ *Ibidem*, p. 57.

De la misma manera que este autor, Pérez Dolz indica que previamente debía realizarse el dibujo, para lo cual recomendaba el empleo de estarcido o calco. El repaso de los contornos de las figuras limítrofes con el oro se realiza con un utensilio constituido por una aguja ensartada en el mango de un pincel. Los relieves con yeso, según el autor, se realizan con el mismo que ha sido empleado para preparar las tablas, templado, y mediante la aplicación de capas sucesivas. Asimismo, Pérez Dolz subraya que, en otro tiempo, las veladuras sobre el oro se aplicaban al óleo, con aceite de lino, aunque en su época se prefería el de nueces⁶³⁸.

*Preparaciones
para pintura al
temple y al óleo*

Pero ya con respecto a las preparaciones para la pintura al temple o al óleo, con el paso del tiempo se juzgó superfluo, por parte de numerosos artistas, el complejo proceso de preparación de la pintura sobre tabla, especialmente para una técnica como el óleo, que proporciona a los estratos pictóricos una mayor resistencia que la pintura al temple o el dorado frente a posibles deterioros derivados de la acción de los agentes atmosféricos, mecánicos, etc. Por otro lado, preparaciones tan complejas como las que se han descrito, estructuradas en base de la aplicación de sucesivas capas de yeso mate con pulidos intercalados son sólo especialmente útiles en el caso del dorado bruñido al agua. A modo de ejemplo, en los siguientes párrafos se recogen las indicaciones de diversos autores, con algunas de las innovaciones que aporta el siglo XX y que ya habían venido apuntándose en siglos precedentes. Además, se comparten, como se ha indicado, procedimientos y materiales del Área Mediterránea y Norte de Europa.

*Preparaciones
tradicionales con
algunas
innovaciones*

A. H. Church, por ejemplo, describe las preparaciones para la pintura al temple y óleo sobre tabla dentro de la línea tradicional de la pintura del Norte de Europa, pero con la introducción de ciertas innovaciones o cambios. Respecto a la pintura al temple, hace referencia al empleo de carbonato cálcico mezclado con cola de pergamino y de pescado⁶³⁹.

Para la pintura al óleo sobre tabla no menciona el empleo de sulfato o carbonato cálcico, sino de pigmento al óleo⁶⁴⁰. Alude, sin embargo, a su utilización,

⁶³⁸ *Ibidem*, pp. 58-59.

⁶³⁹ CHURCH, A. H., *op. cit.*, pp. 30-31.

⁶⁴⁰ Este autor recomienda el empleo de blanco de plomo y un poco de barniz de copal y aceite secante de lino preparado con borato y oxalato de manganeso. Se aplican dos manos cruzadas y en las siguientes únicamente se emplean blanco de plomo y aceite. Entre capa y capa se pule la superficie con piedra pómez. Para la última capa aconseja el uso de blanco de cinc y aceite. El autor señala que deben prepararse ambas caras. *Ibidem*, p. 29.

mezclados en igual cantidad, para elaborar preparaciones en pintura al óleo sobre lienzo⁶⁴¹.

Manuel Sáenz y García hace también referencia a las preparaciones de la pintura sobre tabla al temple. En las instrucciones de este autor se aprecian aspectos tradicionales junto a otros que lo son menos⁶⁴². Este autor indica que, primeramente y tras eliminar la resina, se froten los nudos de la madera con una cabeza de ajo. Para elaborar la preparación propiamente dicha, se emplea «yeso blanco bien cernido»⁶⁴³, quizás yeso grueso, aglutinado con «cola de retal de baldés», aunque también puede emplearse la de «pergamino» o «carnaza»⁶⁴⁴. En la elaboración de la primera, se cuece el retal hasta que se deshace. El autor indica que debe tener la consistencia «de una goma elástica ó algo menos». A continuación, debe mezclarse con agua en la proporción 1:1 y añadir yeso de modo que cubra. Los otros tipos de cola mencionados, se elaboran estimando que deben tomarse tres partes de cola por una de agua. Tras este estrato se aplicaría la sustancia denominada «tinta», constituida por cola más débil y «tierra blanca» en lugar de yeso⁶⁴⁵. Este mismo autor define la expresión «tierra blanca» como sinónimo de blanco de España, creta o carbonato de cal⁶⁴⁶. De acuerdo a Sáenz, este último estrato más parece formar parte de la capa pictórica que de la de preparación.

Otro modo de preparar la madera para ejecutar una «pintura más fina al temple» según este mismo autor, consiste en aplicar una primera mano de cola, plasteciendo muy bien; a continuación, se aplican dos manos de yeso, de acuerdo a la metodología referida en el párrafo anterior. El autor indica que puede emplearse también yeso mate, lo que parece apoyar la hipótesis de que para la preparación descrita anteriormente, el material recomendado sea yeso grueso. Tras lijarse y «recorrerse» con hierros, se aplica una «media tinta», para la que se emplea la cola

⁶⁴¹ *Ibidem*, p. 33.

⁶⁴² SÁENZ Y GARCÍA, M., *op. cit.*, pp. 28-30. Debe indicarse, sin embargo, que el trabajo de este autor se refiere especialmente a la pintura decorativa y ejecutada, fundamentalmente, sobre muro o lienzo más que sobre tabla.

⁶⁴³ La expresión «yeso blanco» quizás haga referencia a anhidrita o yeso hemihidrato especialmente puro, como se ha indicado con anterioridad en el apartado VI. 1.2.1.

⁶⁴⁴ «Carnaza n. f. Cara de las pieles que ha estado en contacto con la carne». *Nueva Enciclopedia Larousse, op. cit.*, vol. 2, p. 1727.

⁶⁴⁵ SÁENZ Y GARCÍA, M., *op. cit.*, pp. 28-30.

⁶⁴⁶ *Ibidem*, pp. 12-13.

de los estratos inferiores. Por último, se aplica la «tinta» elaborada con cola más débil⁶⁴⁷.

Respecto a la pintura al óleo sobre tabla, el autor suprime los estratos magros referidos para el temple, aunque recurre al yeso para el plastecido del soporte:

Primeramente, se limpia el yeso, tierra y polvo que contenga; después se da una mano de minio á todos los nudos, y después una mano general de imprimación á todo; ésta se hace con aceite de linaza cocido como secante y albayalde ordinario; si es blanco y obra delicada, conviene buen albayalde, y si es otra tinta con ocres, se le echa un poco de aguarrás para que no esté tan graso. Una vez imprimado se plastece muy bien con un plaste hecho con yeso blanco cernido, ó escayola, cola y aceite de linaza, y se lija después, volviendo á dar los plastecidos de imprimación otra vez, procediendo después á dar la tinta, la que se disuelve con aceite secante, dándole dos manos por lo menos.⁶⁴⁸

También el *Manual para los aficionados á la pintura* (1912) de G. Ronchetti, se refiere a la preparación de las tablillas para ser pintadas al óleo. Este autor prescribe el empleo de yeso aglutinado con cola o una mano de pigmento al óleo:

Para preparar las pequeñas tablillas, que ordinariamente son de caoba, roble, nogal ó cedro, se procede como sigue: Después de cepillada cuidadosamente la superficie se pulimenta con piedra pómez y se frota con aceite de linaza. Para conseguir un fondo de larga duración, y que se pueda utilizar en seguida, se sumerge la tablilla en cola caliente, dando á ésta el temple preciso para que al enfriarse no se condense en forma de gelatina. Seca por completo, se extiende con la espátula una mano de yeso de pintores preparado con agua de cola, y, seca también esta capa, se alisa la superficie con aceite y piedra pómez; veinticuatro horas después se puede pintar sobre ella.

Si se desea una preparación más consistente, mézclese pintura blanca en polvo y aceite de linaza ó de adormideras, formando una pasta densa como la de los colores molidos con aceite (añádase la tinta

⁶⁴⁷ *Ibidem*, p. 30. Como se ha indicado en el párrafo anterior, el término «tinta» más bien parece referirse a los estratos pictóricos.

⁶⁴⁸ *Ibidem*, pp. 37-38.

que se prefiera); se extiende dicha pasta con la espátula y de manera uniforme, dando poco espesor á la capa.⁶⁴⁹

De las indicaciones de Ronchetti llama especialmente la atención la referencia del autor al yeso que denomina de pintores. Este tipo de yeso es un material «amasado con agua, seco y pulverizado», tal como el autor indica en otro apartado de su manual⁶⁵⁰; por tanto, es yeso dihidrato, aunque no se corresponda exactamente con el yeso mate. Asimismo, resulta interesante la alusión del autor al empleo de piedra pómez para pulir la superficie, sistema que ya había sido referido por otros autores entre los que se encuentra, por ejemplo, Antonio Palomino. Respecto al segundo tipo de preparación, se trata, simplemente, de una mano de pigmento o pigmentos al óleo, de los que no especifica su naturaleza.

También José Manaut Viglieti hace referencia a las preparaciones de las tablas para la pintura al óleo. Estas se ajustan, en gran medida, a las correspondientes a la tradición de la Escuela Mediterránea. Por un lado, cuando la superficie de la tabla se encuentra en un estado satisfactorio, J. Manaut indica que puede aplicarse una preparación transparente, constituida por cola de pescado o de retales muy rebajada, pudiendo frotarse los nudos con zumo de ajo⁶⁵¹.

El autor se refiere a la práctica tradicional consistente en el empleo de estopa y su disposición entre o bajo los estratos de yeso, aunque no alude a su utilización en la actualidad. La preparación opaca consiste en la aplicación de diversas manos de yeso:

el estuco confeccionado con yeso mate, yeso blanco o negro y la cola de retales se emplea universalmente para realizar dicha preparación. La primera mano [...] consiste en una capa del estuco rebajada con agua caliente. Seca ésta se le da otra del mismo sin rebajar y, esperando que seque naturalmente, sin ponerlo al sol ni acercarlo al fuego, se lija cuidadosamente o se apomaza dando a continuación cuatro o cinco manos más dejando secar, apomazando cada vez y procurando que en la última no se noten las huellas de la lija ni el pómez. Se termina con otra de templa rebajada o de goma laca blanca para eliminar la calidad absorbente del yeso, siendo preferible la goma

⁶⁴⁹ RONCHETTI, G. *op. cit.* pp. 411-412.

⁶⁵⁰ *Ibidem*, p. 411.

⁶⁵¹ MANAUT VIGLIETI, J., *op. cit.*, p. 187.

laca porque la cola de retales puede levantar partículas de la preparación.⁶⁵²

De estas indicaciones, cabe destacar la que se refiere al posible empleo de tres tipos de yeso: mate, blanco y negro. Por otra parte, resulta asimismo interesante la referencia a la utilización indistinta de cola animal o goma laca blanca a modo de capa de impermeabilización.

Algunos autores prefieren utilizar caseína en lugar de cola animal Algunos autores se refieren al empleo de caseína en las preparaciones. La preparación referida por Pérez Dolz para dorar, también es recomendada por el autor para la pintura al temple, si bien en este caso no se aplican los estratos de bol. Este autor señala, por otra parte, que algunos artífices prefieren utilizar caseína en lugar de cola animal, debido a que esta última puede descomponerse con relativa facilidad cuando no está seca; para solventar el problema, el autor señala que puede añadirse ácido fénico⁶⁵³. Sin embargo, Pérez Dolz desaprueba el empleo de caseína por su difícil disolución, únicamente posible en presencia de un medio alcalino como el amoníaco, lo que a su vez podría afectar a ciertos pigmentos⁶⁵⁴.

Ciertos autores recomiendan el empleo indistinto de sulfato cálcico o carbonato cálcico para preparar las tablas Pérez Dolz alude brevemente a las preparaciones de los soportes empleados en pintura al óleo. Este autor también pone de manifiesto algunas de las diferencias existentes entre las antiguas preparaciones de la pintura sobre tabla al óleo con respecto a las actuales. Para este autor, el encolado de los lienzos sobre la madera tenía como función la adherencia de los estratos de preparación al soporte, por lo que modernamente se habría suprimido esta práctica al poderse aplicar los estratos de preparación directamente sobre el soporte. Sin embargo, ya se ha indicado que una de las funciones primordiales de estos lienzos, si no la más importante, era asegurar defectos y uniones de las piezas de madera:

El oficio de la tela intermedia entre la madera y el yeso es sin duda el de asegurar la adherencia de la imprimación a su soporte, pero es precaución que modernamente se ha abandonado por completo; la razón consiste en que puede imprimirse directamente la tabla con una pintura blanca, sea yeso, sea albayalde, o sea blanco de España.⁶⁵⁵

⁶⁵² *Ibidem.*

⁶⁵³ Término que antiguamente se utilizaba para designar el fenol (C₆H₅OH), sustancia que tiene propiedades antisépticas y germicidas.

⁶⁵⁴ PÉREZ DOLZ, R., *op. cit.*, pp. 52-53.

⁶⁵⁵ *Ibidem*, p. 81.

Ralph Mayer se refiere a las preparaciones de cola o de caseína mezcladas con yeso, denominándolas bases de «gesso». Comparando los productos resultantes del empleo de cada uno de estos aglutinantes, el autor indica que la de caseína es más quebradiza. Esta sustancia padece unos procesos degenerativos que afectan a sus propiedades mecánicas, traduciéndose en una gran fragilidad y escasa flexibilidad⁶⁵⁶.

*Preparaciones
de cola o
caseína*

Para elaborar las preparaciones a la cola, Mayer prescribe el empleo de 75 g de cola por 900 cc de agua. En lugar de emplear yeso, el autor recomienda fundamentalmente blanco de España o creta precipitada⁶⁵⁷. En cuanto a las preparaciones de caseína, uno de los procedimientos aconsejados consiste en emplear caseinato de monoamonio; 100 g de este caseinato se mezclan con medio litro de agua y se calienta al baño María hasta llegar a los 70° C, lográndose de esta forma su completa disolución. Se añaden 1,2 l de agua y 8 kg de creta precipitada⁶⁵⁸. Otro sistema se basa en el empleo de caseína (100 g), la cual previamente se mantiene en agua (650 cc). Después de hidratada, se añade amoníaco lentamente. Una vez formado el caseinato amónico, se mezcla con 1,8 kg de creta precipitada y un litro de agua⁶⁵⁹. Por tanto, las preparaciones de caseína pueden elaborarse empleando únicamente cargas, sin necesidad de añadir pigmentos opacos.

Como se ha indicado al comienzo de este apartado, algunas de las preparaciones más utilizadas durante los siglos XIX y XX, tanto en tabla como en lienzo están constituidas por pigmentos cubrientes como blanco de plomo o de cinc⁶⁶⁰ o la mezcla de éstos con cargas en un mismo estrato.

*Preparaciones
constituidas
por la mezcla
de cargas y
pigmentos
opacos*

⁶⁵⁶ MATTEINI, M. y MOLES, A., *op. cit.*, pp. 122-123.

⁶⁵⁷ MAYER, R., *op. cit.*, pp. 328-329.

⁶⁵⁸ Este autor se refiere al empleo de estas preparaciones tanto para temple como para óleo y parece aludir, fundamentalmente, a la tabla como soporte. *Ibidem*, pp. 330, 449.

⁶⁵⁹ *Ibidem*, p. 447.

⁶⁶⁰ Courtois de Dijon experimentó con el uso del óxido y el carbonato de cinc con el fin de reemplazar el blanco de plomo. Estas experiencias fueron continuadas por Guyton de Morveau quien, en 1783, demostró que el óxido no cambiaba de color bajo la acción del sulfuro de hidrógeno. Según Paul Fleury, aunque fue muy utilizado, pasó por períodos de tiempo en que su uso fue bastante escaso. A partir de 1849 su empleo resurgió, preparándose a escala comercial por Leclair, quien solventó los problemas de secado del aceite mezclado con este pigmento mediante la adición de secantes. Este autor se refiere a la mezcla de blanco de plomo y cinc por parte de los pintores. Asimismo, subraya como ventaja del blanco de cinc frente al de plomo su inocuidad, aunque presenta la desventaja de su menor poder cubriente. Parece ser que en tiempos del autor (su tratado data de 1899) y a pesar de su toxicidad, el blanco de plomo había ganado al blanco de cinc la batalla de su empleo en pintura. FLEURY, Paul: *Nuevo tratado de pintura industrial*, París, Garnier Hermanos, Librero-Editores, 1899, pp. 25-27. MARTIN DE WILD, A.: *The scientific examination of pictures*, Londres, G. Bell

Según J. Bontcé, tres son los métodos a emplear en la preparación de las tablas, que incluyen como ingredientes yeso, blanco de España y blanco de cinc. El primero, del que no indica si se aplicaba para temple u óleo consiste en el empleo de blanco de cinc, sin incluir cargas⁶⁶¹.

El segundo tipo de preparación, algo más acorde con la tradición de los países de la Cuenca del Mediterráneo, es la siguiente:

Dense dos manos de agua de cola a proporción de unos 75
gramos de aquélla por litro de agua; la primera mano ha de ser algo más
fluida. Mézclense bien en agua, y a partes iguales, yeso natural y blanco

& Sons, Ltd., 1929, pp. 39-42. Otros datos sobre el pigmento y su elaboración, propiedades y utilidades pueden consultarse en STEWART REMINGTON, J. y FRANCIS, W.: *Pigments, their manufacture, properties and use*, Londres, Leonard Hill Limited, 1954, pp. 18-35.

⁶⁶¹ «Muélase blanco de cinc con agua a partes iguales, conservando esta pasta con un lienzo mojado sobre la vasija para que no seque. Después de lavar la superficie de la tabla con un lienzo limpio y bencina para quitar las huellas de grasa o resina, sobre las que no agarraría la cola, y de dejar que evapore ésta totalmente, se aplica con una brocha ancha una primera mano de una solución de cola de caseína (70 gramos) y blanco de cinc mezclado con agua (5 gramos). Déjese secar a temperatura suave. La segunda mano se compone de cola de caseína (60 gramos) y blanco de cinc, mezclado con agua (20 gramos). Esta se deja secar naturalmente para aplicar entonces una tercera mano de cola de caseína (50 gramos) y blanco de cinc mezclado con agua (30 gramos). Después de que seque la imprimación se pule con polvos pómez frotados con un lienzo doblado. Si quedan agujeros o pequeñas hendiduras, tápanse con la cola y púlanse luego». Con el fin de evitar la textura de la madera, J. Bontcé recomienda aún la aplicación de una mano igual a la última dada y otra constituida por cola de caseína y blanco de cinc a partes iguales. El texto advierte de que cada capa debe secar antes de proceder a aplicar la subsiguiente y que éstas han de ser delgadas. Cuando el soporte es de madera de contrachapado —para la cual según Bontcé esta preparación sería la única adecuada—, se aplica, además, aceite de linaza en los bordes. BONTCÉ, J., *op. cit.*, p. 55. Otros muchos autores se refieren al empleo de blanco de cinc mezclado con cola de caseína como preparación de la pintura sobre tabla. Cfr. VIBERT, J. G., *op. cit.*, pp. 268-270. Algunas preparaciones contemplan la mezcla de medios acuosos y oleosos. Entre las numerosas preparaciones que describe Hilaire Hiler en su *The painter's pocket-book of methods and materials* (1ª ed. de 1937) describe una preparación que tiene como objeto reducir la absorbencia de los estratos constituyentes de la misma (presumiblemente se trata de pintura al óleo). Consiste en la aplicación de una capa de cola, a la que sigue una de leche, otra de blanco de cinc aglutinada con yema de huevo y, por último, una mano de blanco de cinc y blanco de plomo en una emulsión de huevo y aceite. Una de las imprimaciones que podrían aplicarse sobre la preparación referida consiste en la mezcla de blanco de cinc y carbonato cálcico con aceite y su secante. HILER, H., *op. cit.*, pp. 125, 129. Debe indicarse que en el texto resulta complicado discernir a qué soporte corresponden las preparaciones citadas. Algunas de las preparaciones más usuales implican también el empleo de blanco de plomo, además del de cinc y caseína. Jean Rudel aporta otro ejemplo del empleo de estos pigmentos cubrientes. El autor se refiere al uso de blanco de cinc con caseína para preparar soportes de madera y papel. Según Rudel, se aplica una primera mano de una mezcla de caseína y agua, en la proporción 1:5, añadiendo cuatro gotas de amoníaco por cada gramo de caseína. A continuación, se añade blanco de cinc disuelto en agua y unas gotas de glicerina (1cm³ por cada 5 g de blanco de cinc). Tras pulir la superficie, se aplica una capa de blanco de plomo. RUDEL, Jean: *Técnica de la pintura*, (trad. de Carlos Cid), Barcelona, Vergara, 1957, p. 100.

de cinc, y añádase luego agua de cola en proporción de un tercio del volumen de la pasta formada.

Aplíquese una primera y muy delgada mano y después de que ésta seque naturalmente, otra segunda, también delgada y en sentido contrario a la dirección dada al pincelar la primera. Procediendo de la misma manera, dense otras tres capas más.

Si el fondo requiere un pulido, se frota con polvos pómez o se rasca simplemente con el borde de la espátula, pero siempre después de que haya secado normalmente y a perfección.⁶⁶²

Por último, J. Bontcé se refiere específicamente a la preparación de las tablas para ser pintadas al temple:

Un fondo de gran blancura para el temple se obtiene encolando primeramente la tabla por las dos caras. Luego se mezclan, a partes iguales, blanco de cinc y blanco de España con cola caliente, hasta formar, moviéndola siempre, una pasta de una consistencia análoga a la de una miel espesa, añadiendo, sin dejar de mover, como una doceava parte del volumen de barniz dammar, o mitad de éste y otra mitad de aceite stand, según se requiera un fondo más o menos duro. Cuanto más barniz se ponga, más duro será el fondo. Esta solución requiere, para la buena incorporación del barniz, que sea batida por lo menos durante una hora. Luego se la hace más fluida añadiendo cola tibia, hasta obtener un líquido que, cuanto más delgado, mejor será la claridad de la superficie.⁶⁶³

Las capas se aplican por todo el tablero, una vez ha secado la precedente, salvo la última, que se da con la anterior fresca, y en direcciones alternas, excepto la primera, que se aplica de manera irregular. Para pulirla se emplea papel de lija de diverso grosor. Por último, Bontcé recomienda la pulverización de formalina al 2%⁶⁶⁴. Como ha podido observarse, se trata en este caso de una emulsión en la que participan cola y barniz o aceite.

⁶⁶² BONTCÉ, J., *op. cit.*, p. 55. En este caso tampoco la autora alude a la técnica pictórica a utilizar.

⁶⁶³ *Ibidem*.

⁶⁶⁴ *Ibidem*, p. 56. La formalina es «Una solución acuosa de 37 a 50% de formaldehído que puede contener el 15% de alcohol metílico». *Hawley diccionario de química y de productos químicos, op. cit.*, p. 479.

Múltiples
opciones para
preparar las
tablas

María Bazzi en su *Abecedario pittorico* (1965) únicamente se refiere a las preparaciones tradicionales para indicar como se enyesaban las tablas antiguamente. Además de estos procesos, que no se aportan ya que constituyen el resumen de las indicaciones de Cennino y el monje Teófilo ya comentadas, se refiere a la preparación de los soportes constituidos por madera compensada (o contrachapado). En estas indicaciones pone de manifiesto la variedad de soluciones:

Las diversas capas o chapas de que se compone deben tener las fibras contrapeadas. La madera más apropiada es la de color claro (chopo, tilo, plátano, castaño). Las fibras no deben estar demasiado acentuadas, ya que con el tiempo podrían reaparecer a través de la pintura. Las maderas contrachapadas se preparan con un empaste ligero de yeso y cola, o bien con una capa de temple o de barniz diluido; nunca con aceites, barnices a base de laca o colores al óleo, que con el tiempo provocan el oscurecimiento de los tonos.⁶⁶⁵

María Bazzi aporta muchos otros tipos de preparaciones, aunque en algunos casos no indica el soporte sobre el que se emplean. Entre las que se aplican sobre tabla, se encuentra una preparación a la caseína. De ésta indica que, únicamente, se emplea sobre tabla, debido a la rigidez y dureza que adquieren los estratos. Según la autora, para elaborar la preparación se diluye el temple de caseína en 4 partes de agua. El temple se elabora de acuerdo a la siguiente receta:

Leche coagulada 1 y ½ partes

Cal apagada bien compacta y amasada 1 parte

Trementina veneciana o aceite de espliego, de ½ a 1 %

Se pone esta mezcla al baño María durante dos o tres horas, a una temperatura de 30° a 50°. Después se diluye con dos o tres partes de agua. Esta cola conserva perfectamente su cohesión durante tres o cuatro días;⁶⁶⁶

Respecto a la emulsión con agua de la caseína, la autora indica que fue tradicional su mezcla con carbonato amónico⁶⁶⁷, entre otras sustancias.

⁶⁶⁵ BAZZI, M.: *Enciclopedia de las técnicas pictóricas*, (1ª ed. Milán, 1965, trad. y voc. técnico de Rafael Santos Torroella), Barcelona, Noguer, 1965, p. 62.

⁶⁶⁶ *Ibidem*, p. 206.

⁶⁶⁷ (NH₄)₂CO₃.

Las preparaciones de caseína presentan como ventaja su luminosidad. Su rigidez, por otra parte y, como se ha indicado, hace que resulten más adecuadas en soportes duros⁶⁶⁸. Según el *Curso práctico de dibujo y pintura* (1984), el procedimiento a seguir para pintura al óleo sobre tabla consiste en diluir una parte de caseína en cinco de agua caliente. A continuación se añade a esta mezcla carbonato amónico (la cuarta parte de la caseína empleada) disuelto en una pequeña cantidad de agua. Se produce entonces efervescencia. Se diluye esta mezcla en agua, en la proporción 1:3 y se aplican dos capas sobre la superficie de la madera. Seguidamente, se mezclan blanco de cinc con sulfato cálcico y dos de agua, formándose una pasta espesa, y se añade una parte de la disolución de caseína sin diluir. Por último, se aplica sobre la superficie de la tabla⁶⁶⁹.

Con referencia al empleo de las bases constituidas por cargas en mezcla con pigmentos opacos, algunos textos se refieren a éstas como preparaciones a la «creta» o a la «media creta». Las primeras, suelen estar constituidas por sulfato cálcico o carbonato de calcio y blanco de cinc, y aglutinarse con cola animal⁶⁷⁰. Las segundas, podrían estar integradas igualmente por estos componentes, pero participa además un medio graso, pudiendo añadirse incluso yema de huevo⁶⁷¹. Este tipo de preparaciones ha sido y es muy empleado, tanto para tabla como para lienzo⁶⁷².

⁶⁶⁸ ESPAÑOL, R. (dir.): *Curso práctico de dibujo y pintura*, 4 vols., Madrid, Nueva Lente, 1984, vol. 2, p. 348.

⁶⁶⁹ *Ibidem*, vol. 2, p. 349.

⁶⁷⁰ *Ibidem*, vol. 3, p. 638 y vol. 1, p. 146. El texto se refiere a la preparación de la pintura sobre tabla en base al empleo de cola de conejo, sulfato de cal y blanco de cinc, a la que puede añadirse diversos pigmentos si se desea una preparación coloreada.

⁶⁷¹ *Ibidem*, vol. 3, p. 638. Debe indicarse que este texto hace referencia a la preparación de lienzos. Ya se ha hecho referencia a algunas bases en las que participan aglutinantes de carácter magro y graso. También Ralph Mayer se refiere a las bases de este tipo como bases de emulsión; en concreto, alude a aquellas en las que participa cola animal con aceite de linaza, además de creta y blanco de cinc. Primeramente, se preparan carbonato cálcico y blanco de cinc con cola, y se adiciona después agitando constantemente, aceite de linaza hasta el 25-50 por ciento de su volumen. MAYER, R., *op. cit.*, p. 335. También Hilaire Hiler hace referencia a la mezcla de aceite de lino, cola, resina y carbonato cálcico con el fin de preparar los soportes (no especifica de qué soporte se trata) para pintar al temple. V. HILER, H., *op. cit.*, p. 123. La autora indica que también puede añadirse goma laca. Tanto este ingrediente como el aceite de linaza aportaría, según la autora, propiedades beneficiosas a la cola al reducir su higroscopicidad. Max Doerner se refiere, asimismo, a las preparaciones a la creta, sobre lienzo, que están constituidas por yeso o carbonato de calcio, blanco de cinc y cola. Las preparaciones a la media creta, también sobre lienzo, se componen, de acuerdo a este autor, de creta o yeso, blanco de cinc, agua y barniz de aceite de linaza. DOERNER, M.: *Los materiales de pintura y su empleo en el arte. Materiales y técnica de las pinturas al óleo, temple, acuarela, fresco, pastel. Técnica de los antiguos maestros. Conservación de monumentos y cuadros*, (vers. española de la séptima edición original por Pedro Reverté), Barcelona, Reverté, 1947, pp. 14-

Algunos
autores
añaden cargas
a las
preparaciones
con el fin de
aportar textura

Algunos autores hacen referencia al empleo de bases oleosas, a las que se puede añadir cargas como sílice o piedra pómez de modo que aporten textura. Este sistema se utiliza en la pintura al óleo sobre tabla⁶⁷³.

Por último, el imprimador polimérico, también denominado gesso polimérico o sintético, ha constituido otra de las opciones más empleadas en pintura sobre tabla. Este material está constituido por blanco de titanio y diversas cargas como calcita o dolomita aglutinados en un medio acrílico disperso en agua⁶⁷⁴.

25. Para la pintura sobre tabla este autor recomienda, sin embargo, preparaciones de yeso, cola y blanco de cinc. *Ibidem*, pp. 37-38.

⁶⁷² FATÁS, G. y BORRÁS, G. M.: *Diccionario de términos de arte*, Madrid, Alianza, Ediciones del Prado, 1993, pp. 135-136. En pintura para lienzo ha sido mencionado, por ejemplo, por Max Doerner. Citado en BAZZI, M., *op. cit.*, p. 73.

⁶⁷³ MAYER, R., *op. cit.*, p. 338.

⁶⁷⁴ *Ibidem*, pp. 254-255, 279.

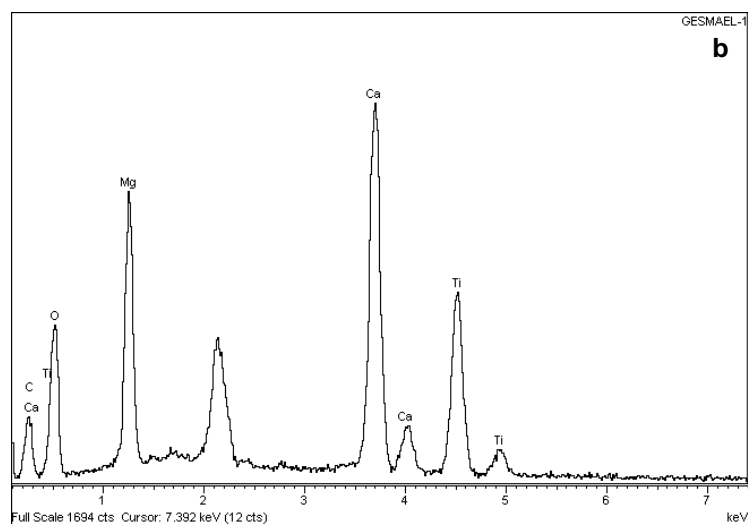
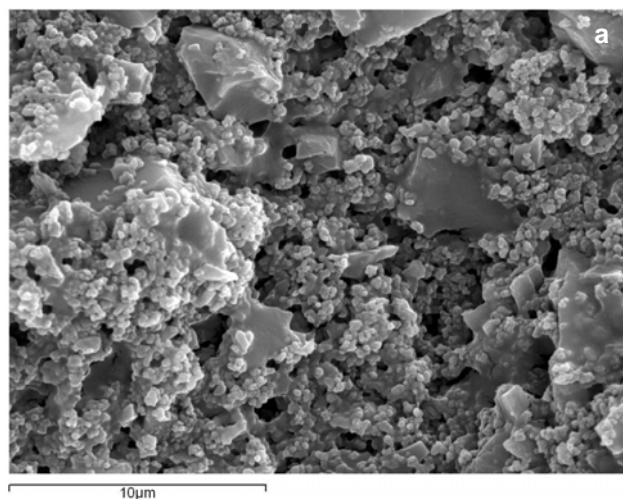


Fig. 27. Gesso sintético. *Gesso imprimación total para óleo y acrílico Leam.* Ref.: GESMAEL.

a) Imagen por microscopía electrónica de barrido (MEB). Electrones secundarios. Barra: 10µm. Pueden observarse partículas de mayor tamaño junto a otras de muy pequeñas dimensiones.

b) Microanálisis de zona (20X20µm aproximadamente) por dispersión de energía de rayos X (DEX), que revela la presencia de dolomita y blanco de titanio. Las partículas de mayor tamaño se componen de dolomita.

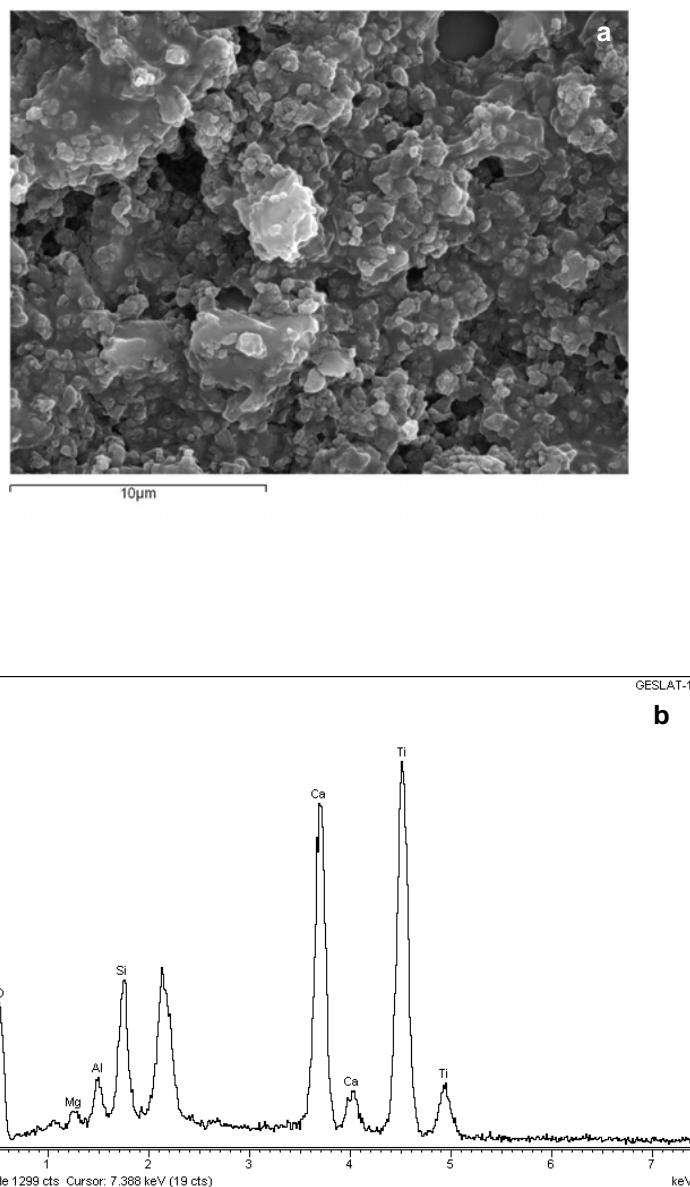


Fig. 28. Gesso sintético. *Talens gesso*. Ref.: GESLAT.

- a) Imagen por microscopía electrónica de barrido (MEB). Electrones secundarios. Barra: 10 μm. Pueden observarse partículas de muy pequeñas dimensiones.
- b) Microanálisis de zona (20X20 μm aproximadamente) por dispersión de energía de rayos X (DEX), que revela la presencia de calcita, blanco de titanio y aluminosilicatos.

IV. 1.3. Otras utilidades del yeso

Otros usos que ha recibido el yeso en el ámbito artístico son los relacionados con su empleo en la realización de yeserías, estucos y blanqueos⁶⁷⁵. A este respecto, el presente estudio apenas destacará los datos aportados por algunos autores ya que, por sí mismas, cada una de estas aplicaciones podría constituir una tesis doctoral. Entre los investigadores que más ampliamente han desarrollado estos temas se encuentran Ignacio Gárate⁶⁷⁶ y Pedro Lavado Paradinas⁶⁷⁷.

*Empleo del
yeso en el
muro*

Salvador Mata Pérez realiza una clara y detallada exposición del significado del término estuco así como una clasificación de los diferentes tipos existentes que contempla el aglomerante principal, técnica de decoración y coloración, acabado y modelo de imitación de fábricas y materiales. Respecto al aglomerante principal, los estucos pueden ser, por una parte, de cal apagada, que podría mezclarse con polvo de mármol, pigmentos, rocas y arena. Otro tipo de estuco puede estar constituido por yeso de diversas calidades, mezclado con cola, polvo de mármol, pigmentos y rocas. Otra variedad consta de yeso alúmbrico y alabastro, mezclado con cola y pigmentos. Asimismo, pueden ser mixtos de yeso y cal mezclados con colas, áridos, polvo de mármol o rocas y pigmentos naturales y artificiales⁶⁷⁸.

Como se ha indicado, en la realización de estos tipos de estuco se emplea yeso de gran calidad, sometido a calentamiento y amasado con aguacola. Una vez fraguado, se pule con planchas de acero calientes o frotando la superficie. Este pulido suele realizarse, primeramente, con agua de jabón y, después, con aceite. Los estucos pueden aplicarse directamente sobre la pared o bien en forma de placas. Además,

⁶⁷⁵ Uno de los antiguos tratadistas españoles que se refieren a estas labores es Felipe de Guevara. V. GUEVARA, Felipe de, *op. cit.*, pp. 162-188.

⁶⁷⁶ GÁRATE, Ignacio: *Arte de los yesos*, Madrid, Munilla Leria, 1999.

⁶⁷⁷ Entre la amplia y muy interesante producción bibliográfica del autor se destacan, por su mayor interés para el presente estudio desde el punto de vista de los materiales: LAVADO PARADINAS, P.: "Materiales, técnicas artísticas y sistemas de trabajo: El yeso", *Actas del III Simposio Internacional de Mudejarismo*, 20-22 de septiembre de 1984, Teruel, Instituto de Estudios Turolenses, 1986, 435-452, y "Púlpitos mudéjares de yeso", *Separata de la Revista del Instituto Egipcio de Estudios Islámicos en Madrid*, vol. XX, Madrid, 1979-1980.

⁶⁷⁸ Este autor aporta numerosos datos interesantes sobre las técnicas de decoración y coloración de los estucos, tipos de acabados y modelos de imitación, así como bibliografía sobre este tema. V. PASCUAL DÍEZ, Ramón: *Arte de hacer el estuco jaspeado o de imitar los jaspes a poca costa y con la mayor propiedad*, (ed. de 1785, est. introductorio de José Ramón Nieto González y Salvador Mata Pérez), Valladolid, Colegio Oficial de Arquitectos de Valladolid, 1988, pp. 49-66. En el apartado dedicado al estudio del carbonato de calcio se aportan otros datos relativos a los estucos de cal y yeso. ARCE Y CACHO, Celedonio Nicolás de, *op. cit.*, pp. 451-452.

como se ha indicado, se añaden pigmentos en mezcla para aportar diversos colores. Además, puede amasarse el yeso con agua en la que se hayan disuelto sales; en este caso sobre el material puede pintarse con un pincel impregnado con una disolución que reaccione con las sales, dando lugar a la aparición de diversas coloraciones. Por otra parte, pueden emplearse, además de los materiales indicados, láminas de mica y limaduras de metales en la imitación del mármol. Estos estucos son de interior. Para exteriores suelen utilizarse los estucos de cal y yeso⁶⁷⁹.

A lo largo del siglo XVIII el yeso fue muy empleado en fachadas para imitar piedra. También fue utilizado, teñido con sangre de buey, para simular ladrillos. Algunos edificios madrileños del siglo XIX presentan revocos constituidos por calcita, yeso y arena⁶⁸⁰.

Utilización del
yeso para
preparar el muro
en pintura mural
al temple

El yeso solía emplearse como base en la pintura mural al temple. Ciertos autores especifican que se trata de yeso grueso⁶⁸¹. En ocasiones, se ha empleado yeso bruñido como fondo en este tipo de pintura⁶⁸².

⁶⁷⁹ ORÚS, F., *op. cit.*, pp. 135-137. ARREDONDO Y VERDÚ, F., *op. cit.*, p. 47. Sobre los pigmentos empleados en la coloración del yeso, cfr., especialmente, *ibidem*, pp. 53-56. D. Lucio Maire, dorador de Patrimonio Nacional, aún pone en práctica la técnica de la realización de estucos de acuerdo al empleo de yeso sometido a calentamiento, cola y diversos pigmentos e instruye sobre la misma. La autora de la tesis ha tenido la oportunidad de participar en un curso impartido recientemente por este profesional y organizado por la Fundación Félix Granda (13-31 de enero de 2003). Celedonio Nicolás de Arce y Cacho se refiere específicamente a este tipo de estucos elaborados mediante el empleo de yeso cocido, aguacola y pigmentos e indica que los italianos lo denominan «escayola». ARCE Y CACHO, Celedonio Nicolás de, *op. cit.*, pp. 454-458.

⁶⁸⁰ GASPAR TEBAR, D., *op. cit.*, p. 13.

⁶⁸¹ Carducho indica que podía utilizarse yeso y cola para la base de las pinturas al temple sobre muro. CARDUCHO, Vicente, *op. cit.*, p. 380. También el autor anónimo del *Tractado de la pintura* indica que en la pintura al temple sobre pared se preparaba el soporte con yeso y cola. SANZ, M. M., (1978), “Un tratado de pintura anónimo y manuscrito del siglo XVII”, *op. cit.*, p. 269. Francisco Pacheco hace referencia al empleo de yeso grueso. PACHECO, Francisco, *op. cit.*, libro tercero, cap. II, p. 448. Antonio Palomino se refiere a la preparación de la pared en base a la aplicación de una mano de cola, el plastecido de la superficie con yeso y cola y, por último la aplicación de una mezcla de yeso pardo con ceniza. Una vez seca, se pule la superficie y aplica una mano de cola (en este último caso, no está claro si el autor se refiere a la pintura sobre lienzo). PALOMINO DE CASTRO Y VELASCO, A., *op. cit.*, libro VI, cap. V, I, vol. II, p. 219. J. Soler indica que el soporte en pintura al temple sobre pared se preparaba mediante la aplicación de una mano de yeso pardo o blanco y de ceniza cernida. Con cola fuerte y yeso se tapan los defectos que tuviera la pared. Una vez alisada la superficie con lija o pómez, se aplicaba una mano de cola fuerte y a continuación otra constituida por los mismos materiales que la primera. SOLER, J., *op. cit.*, tomo II, p. 107. También Manuel Sáenz y García indica que el muro se preparaba para el temple mediante la aplicación de yeso blanco bien cernido aglutinado con cola. Sobre el yeso se aplica cola mezclada con tierra blanca. Este material, como se indicó, es descrito por el autor como sinónimo de carbonato cálcico, pero parece emplearse más como pigmento que como preparación. SÁENZ Y GARCÍA, M., *op. cit.*,

El yeso se utilizaba, igualmente, como base preparatoria para la pintura al óleo sobre muro⁶⁸³. Otro tipo de preparación para el muro implicaba la mezcla de yeso mate con tierras⁶⁸⁴. También se empleó para plastecerlo, tanto en pintura al óleo como al temple, mezclado con cola⁶⁸⁵.

Utilización de yeso para preparar el muro en pintura mural al óleo

A continuación, se hace alusión a otras utilidades que se dieron a este material en el ámbito artístico. Puesto que las referencias son múltiples, únicamente se aportan algunas a modo de ejemplo.

Así, ha sido empleado como pigmento en la pintura al temple⁶⁸⁶. Como se ha indicado en el capítulo II, los índices de refracción del yeso (1,521 y 1,530) y los del aceite de linaza (1,48_{virgen}; 1,57_{endurecido}) son muy similares, por lo que cuando ambas

Utilización de yeso a modo de pigmento

pp. 28-30. José Manaut Viglieti refiere la aplicación de yeso blanco, plasteciéndose los desperfectos con este material y tierra blanca mezclados con temple. En cuanto a la tierra blanca, ya se ha indicado que algunos autores la identifican con carbonato cálcico. MANAUT VIGLIETI, J., *op. cit.*, p. 167.

⁶⁸² HILD, K. W., *op. cit.*, p. 275.

⁶⁸³ A modo de ejemplo, Francisco Pacheco recomienda aplicar una mano de cola, el plastecido con yeso grueso, una base de yeso mezclado con cola, una mano de aceite y la imprimación, que consistía en la aplicación de aceite mezclado con albayalde, sombra de Italia y azarcón. PACHECO, Francisco, *op. cit.*, libro tercero, cap. V, p. 480. Vicente Carducho recomienda aplicar cola primeramente y, a continuación, la preparación a base de yeso y la imprimación. CARDUCHO, Vicente, *op. cit.*, p. 380. Antonio Palomino indica que puede aplicarse una mano de cola, plastecer a continuación con yeso y cola y, por último, aplicar la imprimación al óleo. PALOMINO DE CASTRO Y VELASCO, A., *op. cit.*, tomo II, cap. III, VII, p. 133.

⁶⁸⁴ Genaro Cantelli indica que uno de los métodos para pintar al óleo sobre muro consistía en aplicar, primeramente, dos o tres manos de aceite caliente. A continuación se extendía una capa constituida por yeso mate y ocre u otras tierras. Una vez seca la preparación, se dibujaba y pintaba. CANTELLI, Genaro, *op. cit.*, pp. 200-201.

⁶⁸⁵ Ya se han aportado algunas referencias al plastecido del muro para pintura con ambas técnicas.

⁶⁸⁶ Recuérdense las referencias al respecto de Antonio Palomino, que alude a la pintura sobre tabla, lienzo o muro al temple. PALOMINO DE CASTRO Y VELASCO, Antonio, *op. cit.*, tomo II, libro VI, cap. V, p. 222, tomo I, cap. VI, III, p. 140. El material referido empleado como pigmento es un yeso apagado en agua. Palomino señala también su empleo en la pintura de tablas, barnizándolas después. *Ibidem*, tomo I, libro I, cap. VI, VII, p. 143. Francisco Pacheco, refiriéndose al primer modo de temple, que parece incluir tanto la pintura de sargas como la pintura sobre tabla y mural, indica que podía emplearse yeso de modelos (ya se ha descrito este material con anterioridad) a modo de pigmento blanco, o una mezcla de dos partes de yeso y una de albayalde. PACHECO, Francisco, *op. cit.*, libro tercero, cap. II, p. 448. J. Soler indica que la mezcla de albayalde con la mitad de yeso blanco fino y muerto constituía el mejor blanco para la pintura al temple sobre diversos soportes (pared, lienzo, tabla, pergamino y papel). También se refiere este autor al empleo de yeso blanco de espejuelo o alabastro ya muerto en adición a los diversos pigmentos, aunque también indica que podía pintarse casi únicamente con agua. SOLER, J., *op. cit.*, tomo II, pp. 105, 111-112.

sustancias se unen la mezcla resulta translúcida. En el caso de los aglutinantes acuosos la situación es similar, puesto que sus índices de refracción son también del orden de los correspondientes al yeso (por ejemplo, en el caso de la gelatina es de 1,63). Sin embargo, en la técnica al temple, el mecanismo por el que se lleva a cabo el proceso de secado (evaporación del agua), es responsable de que el poder cubriente del yeso sea más elevado, y pueda ser utilizado como pigmento. Según J. Soler también se empleó a modo de pigmento blanco en retoques para la pintura al fresco⁶⁸⁷.

R. Munáiz y Millana aporta otras referencias al uso del yeso a modo de pigmento, si bien no indica con qué técnica se emplea. El autor señala que el alabastro, quemado y molido, da lugar a un blanco muy hermoso⁶⁸⁸. Según este autor, el yeso mate es un blanco tosco que, sin embargo, puede transformarse en fino y hermoso mediante el siguiente método:

[...] despues de muy bien molido en la losa, se pondrá en agua en una vasija en que pueda cubrirlo aquella muy bien, y estraída por decantacion ó inclinacion la nata que se va formando encima, resulta un color muy fino para usarlo solo ó acompañado.⁶⁸⁹

Según las indicaciones de este autor, el yeso blanco (presumiblemente yeso sometido a calentamiento previo), más basto que el yeso mate, también podía transformarse en un buen pigmento mediante el tratamiento anterior.

Utilización de
yeso como
sustrato para
elaborar lacas

Este material se usó, del mismo modo que el carbonato cálcico, como sustrato para elaborar ciertas lacas⁶⁹⁰. Aparece referido como yeso calentado («gypsum combustum») en un tratado del siglo XIII, atribuido a Michael Scot, en el que se describe la elaboración del azul artificial⁶⁹¹. Alcherio podría referirse a este ingrediente cuando explica la preparación de una laca rosa a partir de palo de

⁶⁸⁷ SOLER, J., *op. cit.*, tomo II, p. 131.

⁶⁸⁸ MUNAIZ Y MILLANA, R.: *Manual de curiosidades artísticas y entretenimientos útiles*, Madrid, Imprenta de Don Eusebio Aguado, 2ª ed., 1834, pp. 29-30.

⁶⁸⁹ *Ibidem*, pp. 30-31.

⁶⁹⁰ BAEZ AGLIO, M.I. y SAN ANDRÉS MOYA, M: “Las lacas rojas (II): Historia de su empleo y preparación”, *Pátina*, 10 y 11, 2001, 172-186.

⁶⁹¹ WALEY SINGER, D.: “Michael Scot and Alchemy”, *Isis*, 13, 1930, 5-15, p. 14.

brasil⁶⁹². El autor del manuscrito boloñés se refiere a la elaboración de índigo mediante el empleo de yeso y alumbre⁶⁹³. La ancorca, según Antonio Palomino de Castro y Velasco, se elaboraba a partir de gualda y yeso mate⁶⁹⁴. También se empleó para elaborar la laca denominada carmín bajo u ordinario, constituido por cochinilla y yeso mate⁶⁹⁵. Genaro Cantelli indica que se empleaba campeche⁶⁹⁶, cardenillo y yeso mate para elaborar un azul para madera, lienzo o cartón⁶⁹⁷. Se aplicó también como base para dar color «de nogal» a la madera. Este autor señala que se daba una mano de cola de retazos, sobre la que se aplicaba una capa de yeso mate y cola, después tres o cuatro manos de cola y, por fin, se terminaba con una capa de aceite de linaza y sombra⁶⁹⁸.

Algunos pigmentos se adulteraron mediante el empleo de yeso. Como se verá posteriormente, se mezcló con bermellón, azarcón y jalde en la pintura de sargas, con el fin, seguramente, de abaratar la producción. Del mismo modo, fue utilizado para

*Utilización de
yeso como
adulterante de
pigmentos*

⁶⁹² Merrifield ha traducido el término «gersa alba» como yeso, aunque quizás no pueda asegurarse plenamente la identificación de estos términos. MERRIFIELD, M. P., *op. cit.*, vol I, rec. 293, pp. 270-271.

⁶⁹³ *Ibidem*, vol. II, rec. 76, pp. 414-415, rec. 79, pp. 416-417. Actualmente se conoce como alumbre el sulfato aluminico amónico $[(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 24\text{H}_2\text{O})$ o $\text{AlNH}_4(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}]$, sulfato aluminico potásico $[(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot \text{K}_2\text{SO}_4 \cdot 24\text{HOH})]$, y sulfato aluminico $[(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ o $(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{HOH})]$. V. *Hawley diccionario de química y de productos químicos*, *op. cit.*, p. 47. El alumbre fue muy utilizado además en el teñido de los paños, como mordiente o astringente para fijar el colorante. Es un compuesto que se producía primordialmente en las minas de Edesa, en el Asia Menor. En la segunda mitad del siglo XV y comienzos del XVI, sin embargo, se descubrieron los yacimientos de Tolfá (Estados Pontificios) y Mazarrón y Lorca (Murcia). Aunque gran parte del alumbre español tuvo como mercado Flandes, debido al desarrollo de su industria textil, es previsible que otra parte fuera destinada a la preparación de lacas o diversos pigmentos. El excelente trabajo de Alfonso Franco aporta numerosos datos sobre este compuesto tan ampliamente utilizado en la preparación de materiales pictóricos, entre los que destacan los referentes al descubrimiento de las diversas minas, su explotación y decadencia y los mercados de abastecimiento. FRANCO SILVA, A.: “El alumbre murciano”, *Actas de las I jornadas sobre minería y tecnología en la Edad Media Peninsular*, Fundación Hullera Vasco-Leonesa, 101-120. V. también, referente a su descubrimiento y comercialización SÁNCHEZ GÓMEZ, J., *op. cit.*, vol. 1, pp. 222-225, 272-275, quien refiere, además, la importación de alumbre italiano, a pesar de la producción autóctona de España.

⁶⁹⁴ PALOMINO DE CASTRO Y VELASCO, Antonio, *op. cit.*, tomo II, p. 556.

⁶⁹⁵ *Ibidem*, tomo II, p. 560.

⁶⁹⁶ El palo de Campeche (*Haematoxylon Campechianum*) es una materia tintórea, extraída del árbol del mismo nombre, oriundo de la Península de Yucatán. Como tinte azulado es muy fugaz. Sin embargo, a alta concentración, proporciona un color negro muy intenso. SOCIEDAD ESTATAL PARA LA CONMEMORACIÓN DE LOS CENTENARIOS DE FELIPE II Y CARLOS V, *op. cit.*, p. 266.

⁶⁹⁷ CANTELLI, Genaro, *op. cit.*, p. 218.

⁶⁹⁸ *Ibidem*, pp. 228-229.

adulterar el blanco de cinc⁶⁹⁹ y la cerusa⁷⁰⁰. Armenini indica que los flamencos mezclaban una parte de «gesso marzo»⁷⁰¹ con oropimente o con albayalde para su empleo en pintura sobre lienzo a la cola. Realmente, esta práctica no puede identificarse plenamente con el concepto de falsificación. Como ya se ha indicado, el yeso presenta un poder cubriente aceptable cuando está aglutinado en un medio magro, lo que posibilita su empleo como pigmento⁷⁰². Francisco Pacheco se refiere al empleo de yeso o de dos partes de yeso por una de albayalde en la pintura al temple⁷⁰³. Con referencia a la indicación de Armenini, debe señalarse que quizás el autor esté equivocado respecto a la naturaleza de la sustancia mezclada con el albayalde ya que, en realidad, los flamencos emplearon fundamentalmente carbonato cálcico mezclado con blanco de plomo, como se verá posteriormente.

Diversas
utilidades del
yeso

Francisco Pacheco indica que el oro empleado en la iluminación podía contener yeso, sin aclarar si se trataba de una práctica intencionada para dar cuerpo al material o un hecho fraudulento⁷⁰⁴. Genaro Cantelli⁷⁰⁵ hace referencia a la preparación de un líquido para teñir a partir de espejuelo, vitriolo romano⁷⁰⁶, alumbre de pluma⁷⁰⁷ y sal amoníaco⁷⁰⁸. También se empleaba, mezclado con cal⁷⁰⁹,

⁶⁹⁹ SOURIS, Alexandre: *Traité pratique de peinture industrielle*, (ed. Ch. Béranger), Paris, Librairie Polytechnique, 1910, p. 3. PETIT, J., ROIRE, J. y VALOT, H.: *Des liants et des couleurs pour servir aux artistes peintres et aux restaurateurs*, Dijon-Quetigny, Erec éditeur, 1995, p. 73.

⁷⁰⁰ FLEURY, Paul, *op. cit.*, p. 23.

⁷⁰¹ Ya se ha indicado en este mismo capítulo que Marcucci lo identifica con yeso de dorador, con lo que probablemente se trate de yeso mate.

⁷⁰² ARMENINI, Giovan Battista (1988), *op. cit.*, libro segundo, cap. octavo, p. 139 y ARMENINI, Giovanni Battista, (2000), cap. VIII, *op. cit.*, libro segundo, cap. octavo, p. 167.

⁷⁰³ Aunque el autor parece referirse fundamentalmente a la pintura de sargas, a continuación se refiere a otros soportes (muro y tabla), con lo que no se descarta que también aluda a éstos. PACHECO, Francisco, *op. cit.*, libro tercero, cap. II, p. 448.

⁷⁰⁴ *Ibidem*, libro tercero, cap. III, p. 459.

⁷⁰⁵ CANTELLI, Genaro, *op. cit.*, p. 190.

⁷⁰⁶ Con los vocablos «vitriolo» o «caparrosa» se alude a diversos sulfatos, de cinc ($\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{HOH}$, blanco), de cobre ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, azul) y de hierro ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, verde). *Hawley diccionario de química y de productos químicos*, *op. cit.*, pp., 191, 260, 467, 1027, 1048. Algunos textos indican que el vitriolo romano es rojo. Por ejemplo, Vicente Carducho recomienda su empleo como pigmento rojo en pintura mural al fresco. CARDUCHO, Vicente, *op. cit.*, p. 382. De estos tres tipos de vitriolo, si se calienta el último, adquiere esta tonalidad.

⁷⁰⁷ El alumbre de pluma cristaliza en forma de filamentos parecidos a las barbas de pluma.

⁷⁰⁸ Ya se ha descrito con anterioridad este compuesto.

⁷⁰⁹ Vicente Carducho indica que se empleaba a tal fin cal fresca con agua o cal mezclada con yeso. CARDUCHO, Vicente, *op. cit.*, p. 383. También el autor del *Tractado de la pintura* se refiere al

para adherir las teselas de los mosaicos sobre el muro. Asimismo, se realizaban figuras de yeso y pequeños modelos para después esculpir la figura en mármol⁷¹⁰. Ya se ha hecho referencia a su empleo para realizar moldes⁷¹¹. El yeso se utilizaba también para pulir esculturas⁷¹².

Este material fue empleado para elaborar ciertos útiles con los que se llevaba a cabo el dibujo subyacente a la pintura. Así, Giorgio Vasari indica que, podía utilizarse yeso blanco para realizar el dibujo sobre la capa de imprimación de la pintura sobre tabla al óleo⁷¹³. A su vez, Raffaello Borghini se refiere al empleo del yeso blanco de los sastres («gesso bianco da sarti») con la misma finalidad⁷¹⁴.

Empleo de yeso para elaborar útiles de dibujo

Francisco de Holanda hace referencia en su *Da pintura antiga* (1548) al empleo de útiles denominados «creões» para dibujar en seco sobre papel⁷¹⁵. Vicente Carducho alude al empleo de lápiz negro o colorado con realce de «clarión, yesillo ó albayalde» para realizar bocetos sobre papel teñido⁷¹⁶. Igualmente, Francisco Pacheco indica que los dibujos sobre papel teñido podían realizarse con carbón, lápiz negro y rojo, realzando con «acreones» que, según el autor, son blancos, hechos de yeso blanco y albayalde⁷¹⁷. Para la realización del dibujo en pintura sobre lienzo al óleo, recomienda el empleo de «ocreones» largos con puntas de yeso mate⁷¹⁸. Según Pacheco, también se empleaba «ocreones de yeso mate duro» en el dibujo de pintura

empleo de estos materiales con este fin. V. SANZ, M. M., (1978), "Un tratado de pintura anónimo y manuscrito del siglo XVII", *op. cit.*, p. 271.

⁷¹⁰ VASARI, G., (1986), *op. cit.*, cap. VIII, p. 43, cap. IX, p. 45. VASARI, G., (1998), *op. cit.*, cap. VIII, p. 93, cap. IX, p. 96. Debe indicarse que, tanto en el caso de los modelos de yeso como de las figuras elaboradas con este material, la traducción castellana (1988) aporta el término «yeso», mientras que el italiano emplea el vocablo «stucco», con lo que quizás el material pueda estar constituido por carbonato cálcico.

⁷¹¹ *Ibidem*, cap. XI, pp. 50-51. *Ibidem*, cap. XI, pp. 100-101. ARMENINI, Giovanni Battista, (2000), cap. V, *op. cit.*, p. 142.

⁷¹² G. Vasari se refiere al empleo de yeso de Trípoli. En realidad, el Trípoli se denomina también tierra de diatomeas, y no está constituido por yeso, sino por caparazones silíceos de estas algas, como se ha indicado en el cap. II. VASARI, G., (1986), *op. cit.*, cap. IX, p. 47. VASARI, G., (1998), cap. IX, p. 98.

⁷¹³ *Ibidem*, vol. 1, cap. XXI, p. 69. *Ibidem*, cap. XXI, p. 118.

⁷¹⁴ BORGHINI, Raffaello, *op. cit.*, vol. XIII, libro segundo, p. 175.

⁷¹⁵ HOLANDA, Francisco de, *op. cit.*, cap. XXXVIII, p. 199.

⁷¹⁶ CARDUCHO, Vicente, *op. cit.*, p. 385.

⁷¹⁷ PACHECO, Francisco, *op. cit.*, libro tercero, cap. I, p. 444.

⁷¹⁸ *Ibidem*, libro tercero, cap. V, p. 482.

sobre seda que se pinta al óleo⁷¹⁹. Vicente Carducho se refiere al «yesillo» o «clarión» como útiles empleados para efectuar el dibujo sobre el lienzo, tanto a ojo como por cuadrículas⁷²⁰. Antonio Palomino de Castro y Velasco define el «clarión», como una barrita constituida por légamo (tierra) y yeso y también indica que con éste útil podía realizarse el dibujo en pintura sobre lienzo al óleo⁷²¹. Este autor también refiere la utilización de yeso para estarcir⁷²² dibujos sobre una tela oscura, en pintura de tafetanes y seda⁷²³. El tratadista anónimo de *Reglas para pintar* y J. Soler indican que se utilizaba yeso mate para sacar cuadrículas en pintura sobre lienzo⁷²⁴. Asimismo, podían marcarse con yeso mate las zonas oscuras de la obra a calcar, para después dibujarlas ya a tinta, sobre el papel⁷²⁵. El tratado de J. Soler se refiere al dibujo tanto de cuadrículas como de los motivos en general en pintura sobre lienzo al óleo mediante el empleo del «clarión». En el tratado se indica que este útil para dibujar tenía forma de barrita de sección cuadrada o cilíndrica y estaba constituido por yeso blanco de espejuelo sin matar, que se amasaba con agua y una tercera parte de albayalde. Otra posibilidad es que estuvieran formadas por greda⁷²⁶ mezclada con yeso. También podía emplearse yeso muerto⁷²⁷.

*Empleo como
base en pintura
dobre diversos
soportes*

En pintura de «jaspes» se utilizó yeso mate, también como fondo, para aportar cierto relieve, de modo que resaltaran las figuras pintadas⁷²⁸.

Para dorar con oro bruñido sobre una pieza dorada de mate a óleo o para llevar a cabo este proceso sobre diversas superficies como piedra, hierro y bronce, barro, yeso, vidrio, cera, y sebo, es muy común que los diversos autores hagan referencia, primeramente, a una sustancia que se adhiera al soporte. A continuación

⁷¹⁹ *Ibidem*, , libro tercero, cap. VI, p. 493.

⁷²⁰ CARDUCHO, Vicente, *op. cit.*, p. 386.

⁷²¹ Este autor también indica que el clarión estaba constituido por greda y yeso blanco. PALOMINO DE CASTRO Y VELASCO, A., *op. cit.*, tomo II, cap. V, I, pp. 143 y 561.

⁷²² Para los menos versados en los procedimientos pictóricos, el estarcido consiste en traspasar un dibujo, en papel o cartón a otra materia, mediante la realización de pequeños orificios en su contorno y aplicando al mismo una muñequilla que contenga polvos de carbón u otra sustancia como yeso.

⁷²³ PALOMINO DE CASTRO Y VELASCO, A., *op. cit.*, tomo II, cap. III, VII, p. 133.

⁷²⁴ BRUQUETAS GALÁN, R., (1998), *op. cit.*, p. 38. SOLER, J., *op. cit.*, tomo II, pp. 62-63.

⁷²⁵ BRUQUETAS GALÁN, R., (1998), *op. cit.*, p. 37.

⁷²⁶ En el apartado dedicado a las utilidades del carbonato cálcico se describe este material.

⁷²⁷ SOLER, J., *op. cit.*, p. 63. Quizás resulte de interés señalar que en época del autor podían aplicarse una o dos manos de barniz sobre el dibujo. *Ibidem*, pp. tomo I, p. 13, tomo II, pp. 63-64.

⁷²⁸ PACHECO, Francisco, *op. cit.*, libro tercero, cap. VI, p. 491.

se recomienda la aplicación de los estratos que tradicionalmente se emplearon en el proceso. A modo de ejemplo, Francisco Pacheco, primeramente, prescribe el empleo de giscola con hiel de buey o acíbar (áloe) molido; una vez aplicada esta mano, se procede como en el dorado al agua bruñido tradicional. Según este autor, sobre cera, vidrio y sebo debe aplicarse caparrosa quemada molida con aceite de linaza; a continuación, se espolvorea yeso vivo y se sigue el procedimiento tradicional. En época de verano recomienda, para los otros soportes referidos, sombra y blanco al óleo y echar yeso cernido sobre esta capa, aplicando después todas las capas referidas para el dorado al agua⁷²⁹.

Manuel Sáenz y García describe el proceso para llevar a cabo el dorado al agua de piedra, hierro o cristal prescribiendo la aplicación de una primera mano de aceite de linaza y minio sobre la superficie a dorar. Se espolvorea, a continuación, yeso negro sobre esta base y se deja secar. A partir de este momento, se lleva a cabo el complejo proceso empleado en la preparación de las tablas para ser doradas⁷³⁰.

También Eugenio Herranz se refiere al dorado sobre hierro de forma muy similar a Sáenz. Se aplica una mano de minio, mezclado con negro, al óleo. A continuación, se da una mano de mixtión y se espolvorea serrín sobre ésta, siguiéndose entonces el procedimiento de la preparación de las tablas para dorar. Para dorar el mármol, el proceso referido es igual al anterior. En este caso, sin embargo, no incluye la mano de minio⁷³¹.

Y, por supuesto, en pintura de miniatura, se empleó el yeso, con el fin de dorar ciertas labores decorativas. Existen múltiples referencias al respecto y a continuación se mencionan algunos ejemplos. Entre éstos se encuentra la obra denominada *Liber Magistri Petri de Sancto Audemaro de coloribus faciendis* (s. XIII) que, aunque considerada generalmente como texto procedente del Norte de Francia, incluye el yeso entre los materiales a utilizar para dorar sobre muro, pergamino, mármol, madera y lienzo⁷³². El manuscrito de Heraclio *De coloribus et artibus romanorum*, (s. X-XIII), que se considera influenciado tanto por prácticas del Norte de Francia e Inglaterra como bizantinas, alude al empleo de este material para

Empleo de yeso como preparación para llevar a cabo el dorado de miniaturas

⁷²⁹ *Ibidem*, libro tercero, cap. VII, pp. 507-508.

⁷³⁰ SÁENZ Y GARCÍA, M., *op. cit.*, p. 227.

⁷³¹ HERRANZ GARCÍA, Eugenio, *op. cit.*, cap. XXV-XXVI, pp. 83-85.

⁷³² MERRIFIELD, M. P., *op. cit.*, vol. 1, pp. 152-157. La receta nº 190 del manuscrito se refiere al empleo de yeso, pigmento pardo y cola de pergamino. La nº 191 incluye yeso, cola de piel y clara de huevo. La nº 195 refiere el empleo de goma amoníaco, goma arábiga, clara de huevo y yeso.

dorar pergamino⁷³³. En los textos de Jehan Le Begue aparece una receta de la que el autor no indica el soporte sobre el que podía emplearse, aunque, posiblemente, se refiera al pergamino. En esta receta se contempla el empleo de yeso, que debe molerse en agua y dejar que seque. A continuación es molido con tierra roja («synople») y cola de pescado disuelta en vino blanco. Una vez seco y raído, se deposita el oro⁷³⁴. También *De arte illuminandi* (2ª mitad del siglo XIV) describe el empleo de yeso cocido y «curatum» (apagado?) para dorar sobre pergamino, con bol armenio, cola y miel⁷³⁵. El *Manuscrito Boloñés* detalla el proceso del dorado bruñado de miniaturas indicando la utilización de «gesso subtile», bol de Armenia, azúcares, etc., o yeso molido mezclado con cola de pergamino y minio⁷³⁶. Felipe Nunes señala que, para asentar oro en seda, papel o pergamino podía emplearse «guis mate» (yeso mate) mezclado con clara de huevo, bol, azúcar cande o miel y cera de oído. Otra fórmula implicaba el empleo de yeso mate, bol de Armenia y goma arábica⁷³⁷.

Ya se ha indicado que, además de la pintura sobre tabla, el yeso desempeñó un papel fundamental en las preparaciones de los retablos realizados en alto, bajo, y medio relieve, al igual que en las esculturas de bulto redondo, donde la aplicación de la policromía se complace en la realización de estofados en ropajes de los personajes sacros y otras zonas. Como es bien sabido y se ha indicado, el estofado se realizaba en base al dorado, mediante la aplicación de los estratos de cola, yeso grueso y mate, bol y la lámina de oro, sobre la cual se aplicaban los pigmentos con temple al huevo. La pintura se retira mediante un instrumento que no araña el oro, de modo que puede apreciarse el oro subyacente en forma de punteados, picados, ojeteados, escamados, etc. En época de Pacheco, los motivos ornamentales realizados a punta de pincel sobre el oro solían ser en Castilla, según el autor, flores, arabescos, hojas etc., frente a los grutescos y «cosas vivas» («la buena manera») que solían llevarse a cabo en Granada. Como aglutinante se empleaba yema de huevo, a la que debe añadirse un cascarón de agua, mezclándose muy bien. Felipe Nunes recomienda aplicar primeramente una o dos manos de albayalde sobre el oro⁷³⁸. Francisco Pacheco prescribe también la aplicación de esta base e indica que en los azules el huevo no

⁷³³ *Ibidem*, vol. 1, receta 278, pp. 238-239.

⁷³⁴ *Ibidem*, vol. 1, receta 318, pp. 300-303.

⁷³⁵ BRUNELLO, F.: *De arte illuminandi e altri trattati sulla tecnica della miniatura medievale*, Vicenza, Neri Pozza Editore, 1975, XIII, pp. 82-87.

⁷³⁶ MERRIFIELD, M. P., *op. cit.*, vol. II, rec. 169 y 170, pp. 472-473.

⁷³⁷ NUNES, Felipe, *op. cit.*, p. 67r.

⁷³⁸ *Ibidem*, p. 69r.

debe ser tan fuerte como para el carmín, bermellón y ocre, quizás con el objeto de que el tono amarillento del huevo no altere el color azul del pigmento. Este autor indica, además, que el blanco podía templarse con goma, precisamente «para realzar el estofado»⁷³⁹.

Además del estofado, se describirá brevemente otra técnica decorativa empleada tanto en pintura como en escultura, en la que el yeso representó también un papel de cierta importancia. Se trata del brocado aplicado. Esta práctica recibe esta denominación por su similitud con las ricas telas que presentaban motivos ornamentales, en las que en muchos casos se entretejían hilos de metales preciosos. Este sistema decorativo, basado en el empleo de láminas de estaño, pudo provenir de oriente, derivado de la pintura de iconos.

*Utilización de
yeso en el
brocado
aplicado*

El brocado aplicado se empleó en gran parte de Europa, en países como Alemania (preßbrokat), Países Bajos (press brocaat), Francia (brocade appliqué), Inglaterra (appliqué relief brocade, wax appliqué and press brocade), Gales, Bohemia, Austria, Suiza, Italia y España. El exhaustivo estudio llevado a cabo por Josephine Darrah sobre esta técnica decorativa, apunta hacia su utilización, fundamentalmente, desde la primera mitad del siglo XV hasta el primer cuarto del siglo XVI, aunque existen ejemplos anteriores⁷⁴⁰. Así, se ha podido apreciar el empleo de la lámina de estaño con fines decorativos en un crucifijo toscano (c. 1240-1260); en este caso la hoja de estaño no presenta relieve⁷⁴¹. Josephine Darrah prefiere referirse a estos primeros usos como decoración con hoja de estaño simplemente. En estos primitivos ejemplos, los motivos suelen ser planos, aunque existen ejemplos de mediados ya del siglo XIV que presentan relieve.

Numerosos autores han hecho referencia al empleo de la hoja de estaño con fines decorativos. M^a José González López realiza una revisión de los mismos. Entre los textos incluye *Compositiones ad tingenda musiva* (s. VIII), *Mappae Clavicula* (s. XII), *Shedula diversarium artium* (s. XI-XII), del monje Teófilo, *De coloribus et artibus Romanorum* (s. XIII), de Heraclio y *Liber Magistri Petri de Sancto Audemaro de coloribus faciendis* (s. XIII-XIV), de Pietro di Sant Audemar. En estos

⁷³⁹ *Ibidem*. PACHECO, Francisco, *op. cit.*, libro tercero, cap. III, pp. 460-462.

⁷⁴⁰ DARRAH, J. A.: "White and golden tin foil in applied relief decoration: 1240-1530", en *Looking through paintings. The study of painting techniques and materials in support of art historical research*, Países Bajos, Uitgeverij de Prom, 1998, 49-79. V., especialmente, las pp. 49-50 y 59.

⁷⁴¹ *Ibidem*, p. 52.

casos, los motivos decorativos no se realizan en relieve, y en la mayoría, sobre la hoja de estaño se aplica una corla dorada⁷⁴².

Darrah alude a la técnica con la denominación de «press brocade» cuando se trata de obra de a partir de fines del siglo XIV con hoja de estaño en relieve⁷⁴³.

Esta técnica decorativa consiste en la utilización de una hoja de estaño, con la que se consigue la decoración deseada mediante el uso de moldes en los que la hoja se introduce y adapta a su forma. La hoja de estaño se dora, con oro fino o con el «oro partido» ya aludido, mediante el empleo de mordiente. También puede ser corlada para darle apariencia de oro. El dorado podía realizarse antes o después de ser adherida la pieza de estaño sobre la obra.

El empleo de la hoja de estaño deriva de la permanencia de este metal y de su maleabilidad, que permite su acomodo a los pequeños huecos de los motivos decorativos del molde.

Una vez dada su forma a la hoja de estaño, se rellenaba con diversas sustancias, con el fin de mantener los relieves⁷⁴⁴. En algunas obras, se ha empleado yeso y cola animal para este fin; es el caso de un arca de madera (c. 1350-60) donde además se aplicó una corla amarilla sobre el estaño⁷⁴⁵. Sin embargo, a tenor de los diversos estudios técnicos efectuados, se deduce el empleo mayoritario de cera para el relleno, a la que podía añadirse resina o aceite. Pueden añadirse a estos materiales diversos pigmentos y cargas. En ocasiones, se aplican diversos estratos que pueden consistir, en algún caso, en pintura al óleo⁷⁴⁶.

En España se ha detectado la técnica del brocado aplicado en obra tardía. Es el caso de un retablo de la Iglesia de Santa María de Galdácano, de talla en medio relieve y escultura exenta, del primer cuarto del siglo XVI. En este caso, el dorado se ha realizado con pan de oro aplicado al mixtión. Los estratos subyacentes están

⁷⁴² GONZÁLEZ LÓPEZ, M. J.: “Brocado aplicado: fuentes escritas, materiales y técnicas de ejecución”, *Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico*, nº 31, 2000, 67-77. V., especialmente, la p. 69.

⁷⁴³ DARRAH, J. A., *op. cit.*, pp. 50, 60-61.

⁷⁴⁴ *Ibidem*, p. 55.

⁷⁴⁵ *Ibidem*.

⁷⁴⁶ *Ibidem*, p. 62.

constituidos por la mezcla de diversos pigmentos, como blanco de plomo, óxido de hierro, bermellón y amarillo de plomo y estaño⁷⁴⁷.

Cennino Cennini en *Il libro dell'arte* (fines del siglo XIV), se refiere al empleo de láminas de estaño, planas y corladas en pintura mural. Además, este autor menciona la técnica del brocado aplicado con relieve. Concretamente, en el capítulo CXXVIII, referente al modo de realizar relieves con moldes de piedra para aplicar sobre muro o tabla describe el empleo de un molde de piedra, que se unta con grasa. A continuación, se coloca la hoja de estaño sobre el molde y sobre ésta, estopa mojada. Entonces, se golpea con un mazo de modo que la hoja se adapte a las formas del molde. Después, se toma «gesso grosso» (yeso grueso) y cola y se llena el molde con él. Por último, se dora el estaño con oro fino al mordiente, y una vez terminada esta operación, se adhiere el relieve metálico al muro mediante el empleo de pez de calafatear⁷⁴⁸. Los datos sobre su ejecución concuerdan con los resultados del examen efectuado sobre el arca de madera mencionada anteriormente, ya que el autor indica, además, que el relleno debía realizarse con cola animal y yeso. Otra referencia a esta técnica aparece en el capítulo CLXX, correspondiente a la decoración de cofres o arcas. En este caso, el procedimiento referido es similar al descrito en el capítulo CXXVIII, aunque ahora el texto plantea la posibilidad del uso de dos tipos de estaño, amarillo⁷⁴⁹ y blanco. El relleno es el mismo que para el caso anterior y el motivo decorativo se adhiere mediante el empleo de cola animal. A continuación se barniza la superficie y, por último, se impregna con clara de huevo y se adorna pintando como se desee (el autor no refiere el medio empleado)⁷⁵⁰.

El yeso también se utilizó en la pintura de las encarnaciones de las tallas, donde se aplicaron preparaciones específicas en las que participa este material. La pintura de encarnaciones ha sido una práctica a la que se ha prestado especial atención lo largo de la historia de la pintura. Se perseguía la adecuación de las mismas al carácter o edad de las diferentes figuras y se tenía en cuenta si debían o no ser hermosas.

*Empleo de yeso
en pintura de
encarnaciones*

⁷⁴⁷ ESTRADE ALDA, M. M.: “El brocado aplicado, una técnica insólita empleada en el retablo de Santa María de Galdakao (Bizkaia)”, *VII Congreso de Conservación de Bienes Culturales*, 23-25 de septiembre, Universidad de Deusto, Vitoria, Ed. Gobierno Vasco, Departamento de Cultura y Turismo, 1991, 126-136.

⁷⁴⁸ CENNINI, C., (1913), *op. cit.*, p. 88. CENNINI, C., (1988), *op. cit.*, p. 165.

⁷⁴⁹ En este caso, el autor puede referirse a un estaño ya dorado, aunque quizás haga alusión a una aleación, quizás con cierta cantidad de cobre, de modo que aún conservara la maleabilidad del estaño.

⁷⁵⁰ CENNINI, C., (1913), *op. cit.*, pp. 118-119, CENNINI, C., (1988), *op. cit.*, pp. 209-211.

Las encarnaciones en el siglo XVI son «a pulimento», tal como indican contratos y autores como Francisco Pacheco, que se refiere a éstas como «las más antiguas»⁷⁵¹. Esta clase evolucionará hacia las de «mate» y la mezcla de ambas. Sin embargo, algunos contratos de los siglos XVII y XVIII requieren la aplicación de las de pulimento⁷⁵².

El proceso comienza con la aplicación de gíscola o mezcla de ajo y cola sobre la madera. Después, se dan dos o tres manos tanto de yeso grueso «muy bien cernido» como de «mate». Tras el minucioso lijado de la superficie, se aplican una o dos manos de «albayaalde» con cola de guantes. Una vez seca la pieza, se aplica una mano de cola de tajadas no excesivamente fuerte. A continuación, se muele «albayaalde» con aceite o barniz muy claros. Este autor indica que prefiere el aceite, que se prepara hirviéndolo en una olla con unos dientes de ajo, miga de pan y «azarcón». Si se prepara en época estival, recomienda emplear con el aceite «albayaalde» y «azarcón» en polvo y dejarlo al sol durante 15 días. A continuación, indica los pigmentos a utilizar si la encarnación es o no hermosa, prescribiendo el empleo de bermellón para las primeras y almagra y ocre para las segundas. Aconseja este autor pintar ojos, cejas y labios cuando aún esté fresca la encarnación, para un difuminado más suave de las diversas mezclas. A continuación, se pulen (de ahí el nombre de este tipo de encarnación) con «coretes», especie de muñequillas de piel que el autor recomienda sean blancas y de guantes⁷⁵³.

La pintura de las «encarnaciones de mate», ya de época posterior, según el autor, sigue un proceso similar que omite el pulido de la superficie. Por lo demás y, a modo de resumen, una vez lijada la madera, se aplica una mano de yeso muerto de modelos mezclado con una pequeña cantidad de albayaalde y cola. Una vez seca la superficie, se lija una o dos veces. A modo de imprimación se aplica una mezcla «color carne», a la que se añade «litargirio» o «azarcón» como secante. A continuación, se aplican las mezclas de color, para las que pueden emplearse, blanco, bermellón y carmín si se trata de carnaciones más claras, pudiendo añadirse ocre o

⁷⁵¹ PACHECO, Francisco, *op. cit.*, libro tercero, cap. VI, p. 494.

⁷⁵² Así, el contrato concertado con Juan Gómez de Rucoba para pintar y dorar el retablo de la capilla de los Rada en la parroquia de San Ginés de Rada en 1614 requiere que las imágenes sean encarnadas de pulimento. GONZÁLEZ ECHEGARAY, M. C., *op. cit.*, pp. 15-16. Asimismo, en las condiciones establecidas para efectuar el dorado de los retablos mayores de las iglesias parroquiales de Ledantes y de la de Barrio en Liébana por Joseph Gutiérrez de la Reguera en 1768 se indica que la encarnación debe realizarse con aceite de nueces y «a pulimento de cristal». *Ibidem*, p. 100.

⁷⁵³ PACHECO, Francisco, *op. cit.*, libro tercero, cap. VI, pp. 495-496. Felipe Nunes describe también el proceso de la pintura de las encarnaciones de pulimento, pero de forma menos exhaustiva y clara. NUNES, Felipe, *op. cit.*, p. 58r.

«almagra de Levante» para encarnaciones de ancianos o penitentes. Una vez seca esta capa y lijada con una lija suave, se aplicaría la segunda mano con la «encarnación definitiva». Como ha podido observarse, el texto de Pacheco omite la aplicación de yeso grueso. A este respecto, indica que esta clase de encarnación suele aplicarse sobre obras de escultura de mayor calidad y, por tanto, con volúmenes mejor perfilados, lo que excusaría el empleo del material referido. Además de estos dos tipos de «encarnaciones», el autor alude a otro que se utilizaba en figuras bien «repararadas» o perfiladas y pequeñas. En estos casos se aplicaba una preparación (en dos estratos) constituida por blanco y sombra que, una vez seca, se lijaba. Niños o imágenes grandes y no bien repasados los volúmenes se encarnaban antes «de polimento» y después se aplicaba la imprimación referida, a la que se añade azarcón a modo de secante⁷⁵⁴.

Las «encarnaciones de mate» no se generalizan hasta bien entrado el siglo XVII, ya pasado el primer cuarto de siglo. Francisco Pacheco, que menospreciaba las de pulimento denominándolas «platos vedriados», por juzgarlas menos naturales que las de «mate», se consideraba inventor o de los primeros que aplicaron estas últimas, allá por 1600⁷⁵⁵. Las primeras referencias en los contratos datan de finales del primer cuarto del siglo XVII, como el establecido para dorar, estofar y encarnar el retablo mayor del monasterio de Santa Isabel, en Valladolid (1621):

Es condicion que todos los rostros y desnudos sean de encarnar dos veces la primera a pulimento y la segunda a mate que imite al natural.⁷⁵⁶

Las palabras de este contrato, que se refiere a un tipo de encarnación mixto, aluden a una práctica que se difundirá en gran medida durante el siglo XVII, prolongándose en el XVIII⁷⁵⁷. El mismo Francisco Pacheco ya se refirió a la misma,

⁷⁵⁴ En este último caso, quizás Pacheco se refiere únicamente a la pintura de objetos de metal. PACHECO, Francisco, *op. cit.*, libro tercero, cap. VI, pp. 499-502.

⁷⁵⁵ *Ibidem*, libro tercero, cap. VI, p. 497.

⁷⁵⁶ GARCÍA CHICO, E., (1946), *op. cit.*, tomo tercero I, pintores, p. 355.

⁷⁵⁷ Véanse, a modo de ejemplo, el contrato para dorar, estofar y pintar el retablo mayor de la iglesia de Santiago de Medina de Rioseco en Valladolid, por Manuel Martínez de Estrada (1705) y el concertado para dorar y estofar el retablo de la Concepción de la misma iglesia (1723) por este artífice, Cristóbal Martínez de Estrada, hijo o hermano del anterior, y Francisco Esteban. Ambos contratos se refieren a este tipo de encarnaciones mixtas. En el primer contrato, antes de encarnar a mate se encarnaba a pulimento; en el segundo, primeramente se aplicaba albayalde bruñido, luego se encarnaba a mate y, para finalizar, a pulimento. GARCÍA CHICO, E., (1946), tomo tercero II, pintores, pp. 266, 275.

como se ha indicado. Otros contratos aluden, sin embargo, a las encarnaciones mate únicamente, como el concertado para llevar a cabo el dorado y pintura del retablo de la Concepción en la capilla de Antonio Ortiz del Hoyo en Santoña por Pedro de Bernalles (1667)⁷⁵⁸.

Empleo de yeso en las preparaciones de la pintura sobre lienzo

Como ha podido observarse a lo largo de estos capítulos, el yeso tuvo una importancia primordial en la pintura sobre tabla. Con el paso del tiempo y el empleo masivo del lienzo, la utilización de sulfato cálcico en los retablos se vió relegado fundamentalmente a molduras y tallas. No obstante, numerosos lienzos se prepararon mediante el empleo de este material⁷⁵⁹.

Efectos negativos del empleo de sulfato o carbonato cálcico en las preparaciones de los lienzos

El hecho de emplear una preparación magra y, por tanto, escasamente flexible, sobre todo si es gruesa, sobre un soporte móvil o con mayor movilidad que las tablas, como el lienzo, puede dar lugar a que los estratos salten. Sobre esta circunstancia advierten algunos autores. Sin embargo, probablemente, el hecho de aplicar estas bases magras en pintura sobre lienzo al óleo pudo tener como finalidad, en algunos casos, proteger las fibras del lienzo de la acción del aceite de los estratos pictóricos, así como también minimizar el efecto que la textura del lienzo produce en la pintura.

El autor anónimo del manuscrito *Reglas para pintar* hace referencia a la preparación de los lienzos para pintura al óleo mediante la aplicación de una capa de

⁷⁵⁸ GONZÁLEZ ECHEGARAY, M. C., *op. cit.*, pp. 50-51.

⁷⁵⁹ Existen algunos estudios técnicos relativos a los estratos de yeso aplicados a modo de preparación sobre los lienzos. Como ejemplo, el estudio llevado a cabo sobre la capa de preparación de cuatro lienzos italianos del siglo XIV ha revelado su composición a base de la mezcla de anhídrido y yeso. VILLERS, C., STEVENSON, L. y SHARP, J.: "The technique of four 14th-century Italian painting on fabric supports", *ICOM committee for conservation, 10th triennial meeting*, Washinton DC, Estados Unidos, 22-27 de agosto de 1993, 104-109. Asimismo, numerosas preparaciones de lienzos de Tiziano se componen de sulfato de calcio. LUCAS, A. y PLESTERS, J.: "Titian's 'Bacchus and Ariadne'", *National Gallery technical bulletin*, 1978, vol. 2, 25-48. V., especialmente, la p. 38. El estudio efectuado sobre diversas obras de Tintoretto concluye que las preparaciones, que apenas cubren los intersticios del lienzo, están constituidas por yeso. Cfr. PLESTERS, J. y LAZZARINI, L.: "Preliminary observations on the technique and materials of Tintoretto", *Conservation of paintings and the graphic arts, preprints of contributions to the Lisbon congress*, Londres, Intenational Institute for Conservation of Historic and Artistic Works, 1972, 153-180. Según Van Hout, durante los siglos XV y XVI las preparaciones de lienzos mediante el empleo de yeso fueron aplicadas por numerosos artistas italianos, entre los que se encuentran Giorgione, Carpaccio, Tiziano, Veronés y Tintoretto. En ocasiones, sobre la base de yeso se ha aplicado una imprimación. VAN HOUT, N.: "Meaning and development of the ground layer in seventeenth century painting", en *Looking through paintings. The study of painting techniques and materials in support of art historical research*, (ed. Erma Hermens), Países Bajos, Uitgeverij de Prom, 1998, 199-225, pp. 213 y 215.

cola floja⁷⁶⁰, a la que sigue una base de yeso y cola animal, que se pulía mediante el empleo de cuchillo y piedra pómez. Entre líneas, en el texto se incluye también harina como ingrediente. Sobre esta preparación podía aplicarse una imprimación al óleo. Este autor señala que si se emplea una gran cantidad de yeso saltan los estratos, con lo que recomienda la capa sea muy fina, consistente únicamente en un estrato muy sutil que quede sobre el lienzo tras pasar la piedra y el cuchillo. Por esta razón, en lugar de esta preparación, prefiere una grasa, es decir, al óleo⁷⁶¹. Vicente Carducho se refiere a la preparación de lienzos para la pintura al óleo mediante la aplicación de una mano de cola, estratos de yeso e imprimación oleosa. También indica que el aparejo de la pintura al temple sobre este soporte podía elaborarse con yeso y cola⁷⁶². Esto último señala el autor anónimo del *Tractado de la pintura*⁷⁶³. Ninguno de estos últimos tratadistas hace referencia a los efectos negativos de los estratos magros de yeso sobre la perdurabilidad de la obra. Francisco Pacheco prescribe el empleo de yeso grueso en la pintura al temple sobre lienzo⁷⁶⁴. Este autor se refiere al uso de yeso cernido (no especifica el tipo) y cola en la preparación para el óleo. Sin embargo indica:

⁷⁶⁰ El primer paso para preparar un lienzo consistía, según numerosos autores, en la aplicación de cola no excesivamente fuerte. El tratado de Volpato así lo indica. MERRIFIELD, M. P., *op. cit.*, vol. 2, p. 730. Otros textos hacen hincapié en la debilidad de esta primera capa de cola, como el manuscrito *Reglas para pintar*, donde se indica que si es excesivamente fuerte, los estratos se desprenden del soporte. BRUQUETAS GALÁN, R., (1998), *op. cit.*, p. 37. Ralph Mayer indica, en este sentido, que una capa de cola gruesa, como algunas empleadas durante el siglo XVIII, puede ser tan perjudicial como la aplicación directa de aceite al lienzo. La capa de cola, sin pigmento, forma una película muy frágil ante la acción de los agentes atmosféricos, lo que puede dar lugar a pérdidas de la misma y los subsiguientes estratos. MAYER, R., *op. cit.*, p. 311. Sin embargo, el hecho de dar una primera mano de cola sobre el lienzo es fundamental, no únicamente para que los estratos subsiguientes se adhieran al lienzo, como en el caso de las preparaciones magras. Además, la mano de cola aísla el lienzo del influjo negativo del aceite de preparación, imprimación o estratos pictóricos, que puede ocasionar el deterioro de las fibras textiles. Diversos autores hacen hincapié en este punto RUDEL, Jean, *op. cit.*, p. 99, VIBERT, J. G., *op. cit.*, p. 145. Según Ralph Mayer, frente a las capas al óleo, las bases de polímero acrílico constituyen capas flexibles que no deterioran las fibras del lienzo, con lo que pueden aplicarse directamente sobre el soporte, sin necesidad de encolarlo previamente MAYER, R., *op. cit.*, pp. 311-313.

⁷⁶¹ BRUQUETAS GALÁN, R., (1998), *op. cit.*, p. 37.

⁷⁶² CARDUCHO, Vicente, *op. cit.*, p. 380.

⁷⁶³ SANZ, M. M., (1978), “Un tratado de pintura anónimo y manuscrito del siglo XVII”, *op. cit.*, p. 269.

⁷⁶⁴ PACHECO, Francisco, *op. cit.*, libro tercero, cap. II, p. 448.

Pero, la experiencia me ha enseñado que todo aparejo de yeso, de harina o de ceniza se humedece y pudre con el tiempo el mismo lienzo y salta a costras lo que se pinta [...] ⁷⁶⁵

Antonio Palomino alude a la utilización de yeso en la preparación de las pinturas al temple sobre diversos soportes. Éstas consistían en la aplicación de una mano de cola, sobre la que se daban una o dos de este aglutinante mezclado con yeso pardo y ceniza cernida ⁷⁶⁶. Este autor no destaca ningún efecto pernicioso sobre la obra originado por el empleo de estos materiales. Este autor indica que, para los lienzos, podía elaborarse una «cernada» más espesa y aplicarla con «cuchilla de imprimir». A pesar de que se trate de una preparación más espesa, quizás, el empleo de esta cuchilla podía proporcionar la aplicación de una fina mano sobre el soporte. El autor lo recomienda en «lienzos de bastidores, en cosa, que haya de durar». También J. Soler alude al uso de yeso blanco o pardo mezclado con ceniza en las preparaciones para la pintura de lienzos al temple. Este tratado, en contra de lo indicado con referencia al texto de Palomino, indica que los lienzos que no iban a ser enrollados debían darse las manos de cola y aparejo más fuertes y aplicarse con el cuchillo de imprimir. La preparación referida no servía para los que iban a ser enrollados, teniendo que incrementarse en estos casos la cantidad de cola que, además, debía diluirse. Esta preparación debía aplicarse en forma de estrato más leve ⁷⁶⁷. Sin duda alguna, esta recomendación tenía en cuenta la especial fragilidad de los estratos de yeso cuando se aplicaban sobre un soporte que iba a ser enrollado.

Camilo Bellanger hace referencia a la mezcla yeso y carbonato cálcico con cola de pescado en las preparaciones de los lienzos. Sobre esta capa, recomienda aplicar blanco de plomo disuelto en aceite ⁷⁶⁸.

Entre los autores italianos son también frecuentes las alusiones a las preparaciones de este tipo, así como a las consecuencias que deparaba su aplicación. Giorgio Vasari, refiriéndose a la pintura al óleo sobre lienzo, señala que las pinturas fijas se enyesaban; si éstas iban a transportarse, esta preparación debía sustituirse por una masa de harina con aceite de nuez, ya que la movilidad del soporte podía dar

⁷⁶⁵ *Ibidem*, libro tercero, cap. V, p. 481.

⁷⁶⁶ PALOMINO DE CASTRO Y VELASCO, Antonio, *op. cit.*, tomo I, cap. V, I, pp. 219-220.

⁷⁶⁷ SOLER, J., *op. cit.*, tomo II, pp. 107-108.

⁷⁶⁸ BELLANGER, Camilo: *Manual de pintura al alcance de todo el mundo* (trad. del francés por E. Zamacois), París, Garnier Hermanos, Libreros-Editores, 1899, p. 231.

lugar a pérdidas de policromía⁷⁶⁹. Giovanni Battista Armenini indica que los lienzos se preparaban para pintarse al temple en base a la aplicación de cola, por delante y detrás del lienzo, a la que podía añadirse harina o yeso podrido («gesso marzo»)⁷⁷⁰ bien molido. A continuación, se eliminaban nudos e hilos, puliendo la superficie con pómez. De acuerdo a Armenini, si las telas se enrollaban para ser transportadas, podía deteriorarse la policromía⁷⁷¹. Borghini alude al empleo de «gesso volterrano» (previsiblemente yeso grueso) con harina y cola y aceite de lino para preparar los lienzos para pintura al óleo⁷⁷². Giovanni Battista Volpato en su *Modo da tener nel dipinger* (c. 1680) hace referencia a los malos resultados que proporcionan las preparaciones de yeso en pintura al óleo sobre lienzo. Para Volpato, de la misma manera que para Pacheco, la pasta de harina no constituye un sustituto adecuado. El yeso debía emplearse en escasa cantidad y con cola débil. Este autor relaciona la apariencia lisa de las pinturas con la utilización de una mayor cantidad de yeso, lo que a su vez daba lugar a desprendimientos. Así pues, Volpato prefería aplicar preparaciones al óleo⁷⁷³. Como ya se ha indicado, ya en el siglo XX Ralph Mayer señala que siempre ha observado malos resultados del empleo de materiales escasamente flexibles, como son las pinturas al temple y caseína y las «bases de gesso» (bases magras en las que pueden emplearse cargas) en pintura sobre lienzo⁷⁷⁴.

Según lo anterior, desde épocas pasadas han sido constatados los efectos negativos que depara la elección de estas preparaciones cuando son gruesas y, por tanto, en muchos casos han sido consideradas poco afortunadas o no adecuadas o especialmente frágiles incluso por autores del siglo XX. Sin embargo, y a pesar de que la perspectiva histórica ha podido dar fe de las consecuencias negativas de su empleo, algunos autores las recomiendan actualmente, con lo que cabe preguntarse si realmente resultan tan perniciosas.

Numerosos autores recomiendan el empleo de yeso, carbonato cálcico o la mezcla de ambos materiales para preparar los lienzos

⁷⁶⁹ VASARI, G, (1986), *op. cit.*, cap. XXIII, p. 70. VASARI, G, (1998), *op. cit.*, cap. XXIII, p. 119.

⁷⁷⁰ Ya se ha indicado que Marcucci identifica este yeso con yeso de dorador. También Ronchetti lo relaciona con este material. Posiblemente, por tanto, podría tratarse de yeso mate. RONCHETTI, G. *op. cit.* p. 411.

⁷⁷¹ ARMENINI, Giovan Battista (1988), *op. cit.*, libro segundo, cap. octavo, p. 138 y ARMENINI, Giovanni Battista, (2000), *op. cit.*, libro segundo, cap. octavo, pp. 165-166.

⁷⁷² BORGHINI, Raffaello, *op. cit.*, vol. XIII, libro segundo, p. 176.

⁷⁷³ MERRIFIELD, M. P., *op. cit.*, vol. II, pp. 728-731. Antonio Palomino, aunque no se refiere específicamente a las preparaciones a base de yeso, advierte sobre el excesivo grosor de las preparaciones sobre lienzo: «[...] y todo procede de estar los aparejos tan cargados, que con facilidad se quiebran, y se despiden del lienzo [...]». PALOMINO DE CASTRO Y VELASCO, Antonio, *op. cit.*, tomo II, cap. III, VII, p. 134.

⁷⁷⁴ MAYER, R., *op. cit.*, p. 313.

Debe indicarse que las capas de preparación en la que alguno de los estratos es oleoso y presenta cantidades importantes de un pigmento escasamente absorbente de aceite (como por ejemplo blanco de plomo o minio) pueden otorgar una gran rigidez a la obra, aunque no la fragilidad que presentan los estratos completamente magros o con otra composición.

G. Ronchetti describe una preparación para pintura sobre lienzo al óleo constituida por una parte de cal viva y dos de yeso mezclados con aguacola; esta capa se aplicará sobre otra de cola. Por último, se frota con piedra pómez. Según el autor, estas preparaciones proporcionaban excelentes resultados, en tanto que absorben bien el aceite de los estratos pictóricos, con lo que los tonos conservan su viveza, ya que el aceite no los altera. Además, esta absorción daba lugar a una estrecha cohesión entre capas, con lo que se aseguraba la perdurabilidad de la obra⁷⁷⁵. José Manaut Viglieti explica que, para la preparación de las telas, podía utilizarse una preparación absorbente, consistente en la aplicación de una mano de cola de retales o pescado, caseína o dextrina o un barniz de almáciga o dammar. Si se deseaba una preparación más absorbente, además de lo anterior, podía emplearse una mano de «estuco» elaborado con tierra blanca, yeso mate y templa con algo de miel⁷⁷⁶. Sobre esta capa se aplicaba templa o almáciga rebajada. La preparación charolada consistía en aplicar una mano de templa, una o dos de estuco, otra de templa y, por último, una mano de albayalde y de blanco de cinc a partes iguales, con aceite de linaza⁷⁷⁷. J. Bontcé se refiere también al empleo de preparaciones para lienzo en las que interviene yeso. El texto pondera las excelencias de este tipo de preparaciones resaltando su opacidad y la absorbencia de los estratos pictóricos superpuestos. Uno de los tipos de preparaciones referidas consiste en la aplicación de una o dos manos de cola. A continuación se aplica el «gesso», constituido por blanco de París extrafino o yeso con aguacola. Sobre estas capas se aplica una de cola o barniz de almáciga o damar. Otra de las preparaciones descritas consiste en aplicar una capa de cola, tras la que se dan otras constituidas por blanco de cinc y yeso o blanco de España con cola. J. Bontcé refiere otra preparación estructurada en base a la aplicación de una mano de cola, sobre la que se da una mezcla constituida por blanco de España o yeso con blanco de cinc y aguacola. Se añade, además, al menos

⁷⁷⁵ Una preparación grasa para el lienzo (pintura al óleo) recomendada por este autor consistía en la aplicación de una mano de cola, sobre la que se daba otra consistente en blanco de plomo y aceite, pudiendo añadirse a esta mezcla algún otro pigmento. RONCHETTI, G. *op. cit.* pp. 414-415.

⁷⁷⁶ Ya se ha indicado que la tierra blanca podría estar constituida por carbonato cálcico. Además, la templa aludida por el autor puede referirse a la cola animal.

⁷⁷⁷ MANAUT VIGLIETI, José, *op. cit.*, pp. 188-189.

un tercio de su volumen de aceite caliente. Otro tipo de preparación referida incluye el empleo de caseína, que puede mezclarse con yeso mate y blanco de cinc. J. Bontcé justifica el uso de estas preparaciones frente a las grasas, indicando que estas últimas causan el agrietamiento y oscurecimiento de las pinturas. Sin embargo, el texto señala que podían aplicarse imprimaciones al óleo, coloreadas, sobre los lienzos preparados con bases magras o grasas⁷⁷⁸. Como ha podido observarse, algunos autores parecen ignorar o, al menos, no consideran importante la escasa flexibilidad de las capas de cola o de caseína⁷⁷⁹, que no se adaptan a la movilidad de un soporte como el lienzo, como indicaba Ralph Mayer.

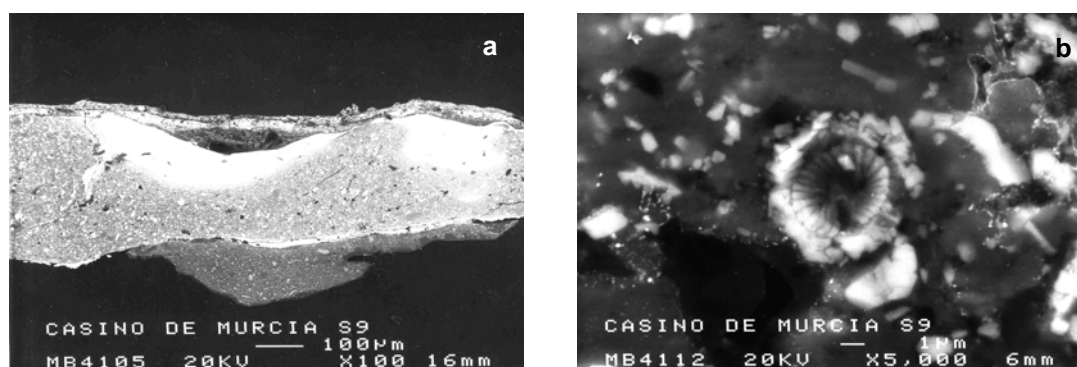


Fig. 29. Imagen de MEB correspondiente a una muestra tomada de una pintura mural sobre lienzo (¿al óleo?) de fines del siglo XIX o comienzos del XX, del Casino de Murcia. a) Imagen general de la muestra (electrones retrodispersados). Barra 100μm. b) Detalle de la preparación en la que puede apreciarse un cocolito. Los microanálisis por dispersión de energía de rayos X revelaron que la preparación estaba constituida mayoritariamente por blanco de cinc y carbonato de calcio. En este caso, este carbonato se presenta en forma de creta. Barra: 1μm.

⁷⁷⁸ Como preparaciones grasas, J. Bontcé prescribe el empleo de blanco de plomo o de éste y blanco de titanio o cinc, sobre una mano de cola no excesivamente gruesa o fuerte. BONTCÉ, J., *op. cit.*, pp. 52-54.

⁷⁷⁹ Tanto la caseína como la cola animal y la clara de huevo son aglutinantes de naturaleza proteica, cuyas películas, una vez formadas, se caracterizan por su rigidez. Esta característica es debida a la intensidad de las uniones que se establecen entre sus cadenas (mayoritariamente enlaces por puentes de hidrógeno), que impiden el deslizamiento de unas con respecto a otras. Esta circunstancia impide que sus películas se adapten a las tensiones externas. Este comportamiento era conocido siglos atrás, por lo que tradicionalmente se ha recomendado la adición de plastificantes o humectantes. MILLS, J. y WHITE, R.: *The organic chemistry of museum objects*, Oxford, Butterworths, 2º ed., 1994.

IV. 1.3.1. La pintura de sargas

*Pintura de
sargas*

Entroncando con el empleo de yeso en la pintura sobre lienzo, a continuación, se describirá la pintura de sargas. En las sargas, el yeso desempeñó un importante papel para preparar el soporte, aunque algunos textos están en contra del uso de este material, debido quizás a las consecuencias negativas que puede acarrear su utilización, que ya han sido comentadas en los párrafos anteriores.

Este tipo de pintura constituyó, al menos durante cierto tiempo, uno de los oficios más señalados que pudieron ejercitar los artífices dentro de la pintura española⁷⁸⁰. Lo testimonia el hecho de que las *Ordenanzas de Pintores de Córdoba de 1493* describan su proceso de ejecución con todo detalle y, además, sea incluido en ordenanzas de los siglos XV y XVI entre las funciones que podía desempeñar el aspirante a pintor una vez hubiera pasado los correspondientes exámenes⁷⁸¹.

El oficio de pintor de sargas aparece, en estos documentos, como un oficio más, junto al dorado y pintura de retablos al óleo y la pintura de techumbres de madera y mural⁷⁸².

*Límite temporal
de la práctica de
la pintura de
sargas*

Francisco Pacheco en su *Arte de la pintura* (1649), establece el límite temporal para la práctica de la pintura de sargas cuando explica que él ya no la practicaba, aunque fuera ejecutada abundantemente en época de su maestro, Luis Fernández⁷⁸³. Este pintor ejerce su profesión en Sevilla hacia 1580⁷⁸⁴. Así pues, el oficio de sargas, inserto en la cotidianeidad del arte de los siglos XV y XVI, se va abandonando con el paso del tiempo. El dato aportado por Francisco Pacheco es muy significativo, ya que excluye del apelativo «sarga» otros temples sobre lienzo que se

⁷⁸⁰ SANTOS GÓMEZ, S. y SAN ANDRÉS MOYA, M.: La pintura de sargas, *Archivo Español del Arte*, t. LXXVII, nº 305, enero-marzo 2004, 59-74.

⁷⁸¹ *Ordenanzas de pintores de Córdoba de 1493 y de 1544* en RAMÍREZ DE ARELLANO, R., *op. cit.*, pp. 37, 39-40, 43-44. *Ordenanzas de Granada de 1552*, *op. cit.*, pp. CLXXVIIr-CLXXIXr. *Ordenanzas de Sevilla de 1527*, *op. cit.*, pp. CLXIIv-CLXIIIr. FALCÓN PÉREZ, M.I., *op. cit.*, pp. 680-684. AGULLÓ COBO, M.: *Noticias sobre pintores madrileños de los siglos XVI y XVII*, Granada, Departamento de Historia del Arte de las Universidades de Granada y Autónoma de Madrid, 1978, pp. 194-195.

⁷⁸² SANTOS GÓMEZ, S. y SAN ANDRÉS MOYA, M., (2001), *op. cit.*, pp. 266-285.

⁷⁸³ PACHECO, Francisco, *op. cit.*, libro tercero, cap. II, p. 447.

⁷⁸⁴ CEÁN BERMÚDEZ, Juan Agustín: *Diccionario histórico de los más ilustres profesores de las Bellas Artes en España*, 6 vols., publicado por la Real Academia de San Fernando, Madrid, En la Imprenta de La Viuda de Ibarra, año de 1800, en *Tratados de Artes Figurativas*, CD de la Colección Clásicos Tavera, vol. II, p. 88.

pintaban en su época, muy comunes y a los que ya se ha hecho referencia. A pesar de lo señalado, aparece aún el oficio de sargueros en ordenanzas del siglo XVII, ya que quizás en la redacción de las ordenanzas nuevas existía cierta reticencia a abandonar las premisas de las anteriores⁷⁸⁵.

A grandes rasgos, pueden describirse las sargas como lienzos que pueden presentar tamaños diversos, en los que se ha aplicado una técnica de ejecución relativamente rápida o más ligera o económica (aunque algunas podían dorarse) que la que se utilizaba en la pintura sobre tabla. A pesar de que la mayoría de los estudios apuntan hacia su funcionalidad de carácter sacro, como salvaguardar de polvo las tuberías de los órganos, constituir fondos de crucifijos de talla o cubrir el altar durante ciertas épocas como la Cuaresma⁷⁸⁶, algunos antiguos documentos se refieren a las mismas como obras fundamentalmente de carácter profano, destinadas a la conmemoración de ciertos acontecimientos como enlaces matrimoniales o constituyendo, simplemente, elementos decorativos en las casas de sujetos con algún poder adquisitivo.

Algunos de estos textos describen los temas básicos que constituían objeto de examen de los aspirantes a pintor de este tipo de obras y que, por tanto, se supone

Temática de las sargas

⁷⁸⁵ *RECOPILACIÓN DE LAS ORDENANÇAS DE LA MVY NOBLE, Y MUY leal Cibdad de Sevilla: de todas las leyes, y ordenamientos antiguos y modernos; cartas y prouisiones Reales, para la buena gouernacion del bien publico, y pacifico Regimiento de SEVILLA y su tierra. Fecha por mandado de los muy altos, y muy poderosos, Catholicos Reyes y señores, don FERNANDO, y doña ISABEL, de gloriosa memoria, y por su Real prouision*, Nueva impresión de Andres Grande, 1632, Biblioteca Nacional, R30376, pp. 162r-163v.

⁷⁸⁶ El hecho de que se haya conservado un mayor número de obras de temática religiosa, frente a las de carácter profano, puede derivarse de que también se haya dispensado un mayor cuidado hacia este tipo de obras, precisamente por su carácter sacro. Cfr. LEVENFELD LAREDO, C.: “Las pinturas sobre anejo o sargas: Historia material y técnica”, y GARCÍA GÓMEZ-TEJEDOR, J.: “La restauración: Estado de conservación y tratamiento”, en *El retablo y la sarga de San Eutropio de El Espinar*, Madrid, ICRBC, Ministerio de Cultura, 1ª ed., 1992, pp. 153-159 y 159-171. La obra descrita en este estudio se concibió con el fin de cubrir el retablo en época de Cuaresma. En RENARD GROSS, P., y otros: “Camino del Calvario. Estudio y conservación de una sarga del Panteón Real de Oña. Burgos”, en *VII Congreso de Conservación y Restauración de Bienes Culturales*, 1991, pp. 579-612 las obras cubren los paramentos de un panteón, con escenas de la Pasión, Muerte y Recurrección de Cristo. En BUCES AGUADO, J. A. y otros: “La Virgen y San Gabriel. Criterio de intervención en dos sargas de la iglesia parroquial de San Pedro de Ávila”, *IX Congreso de Conservación y Restauración de Bienes Culturales*, Sevilla, 1992, pp. 557-570, los dos lienzos se supone decoraron las puertas de un órgano o las de un retablo. Los descritos en SARALEGUI, L.: “Algunas sargas y sargueros de Valencia”, *Museum*, VII, 203-214, funcionan como trasaltares, antealtares y puertas de órganos. Las obras descritas en GALILEA ANTÓN, A. M.: *Aportación al estudio de la pintura gótica sobre tabla y sarga en la Rioja*, Logroño, Instituto de Estudios Riojanos, 1985, pp. 85-98 y SILVA MAROTO, M. P.: *Pintura hispanoflamenca castellana: Burgos y Palencia. Obras en tabla y sarga*, 3 vols., Junta de Castilla y León, Consejería de Cultura y Bienestar social, 1990, vol. III, pp. 794, 852, 870 son también de temática religiosa.

serían los más solicitados por los clientes. *Las Ordenanzas de Córdoba de 1493* hacen referencia a la pintura de «estorias» (historias), «figuras» y «lo que le fuere demandado», así como «verduras» y «matas»⁷⁸⁷. *Las Ordenanzas de Sevilla de 1527* se refieren al dibujo de «un desnudo», «un encasamiento», «un cauallero» y «unos lexos» (paisaje). El documento alude, asimismo, al examen de sargas en los que no aparece la figura humana, describiéndolas como «sargas que no tengan figuras saluo sus retulos e sus açanefas», es decir, únicamente con texto y cenefas, con lo que se presume algunos pintores pudieron dedicarse únicamente a la pintura de estos motivos ornamentales⁷⁸⁸.

Las Ordenanzas de Zaragoza de 1517 refiriéndose al «arte e pintura de cortinas», probablemente un tipo de pintura muy similar o igual al de sargas, ya que aparece, como éstas, junto a otros oficios o artes como la pintura de retablos y dorado, indican que los motivos a realizar en el examen son

[...] una dama e un galant y en ella brotes y caças y aves y una faxa del romano, y aquellos acabar y pintar en perfeccion.⁷⁸⁹

La expresión «faxes» o faja «del romano» se refiere a la pintura de cenefas en la que intervienen los elementos decorativos de la arquitectura clásica⁷⁹⁰.

Por otra parte, existen numerosos documentos que aluden a los pintores de cortinas. Maciá Gilabert ejerció este oficio, presumiblemente, en Barcelona, al menos durante la primera mitad del siglo XVI⁷⁹¹. Ramón Puig en 1573 pinta la cortina y guardapolvo del altar mayor de la iglesia de San Martín de Arenys⁷⁹². Asimismo, Gabriel Reverter es pintor de cortinas según su testamento de 1535⁷⁹³.

⁷⁸⁷ RAMÍREZ DE ARELLANO, R., *op. cit.*, p. 37.

⁷⁸⁸ *Ordenanzas de Sevilla de 1527, op. cit.*, p. CLXIIIr.

⁷⁸⁹ FALCÓN PÉREZ, M. I., *op. cit.*, p. 682.

⁷⁹⁰ El término «romano», se refería a los elementos de los órdenes principales de la arquitectura clásica: dórico, jónico y corintio, pero fundamentalmente a sus elementos decorativos, como indican Fernando Marías y Agustín Bustamante en su prólogo a las *Medidas del romano*, de Diego de Sagredo Cfr. SAGREDO, Diego de: *Medidas del romano*, (ed. princ. de 1526, Toledo, ed. actual con pról. de Fernando Marías y Agustín Bustamante), Madrid, Instituto de Conservación y Restauración de Bienes Culturales y Consejo General de Colegios Oficiales de Aparejadores y Arquitectos Técnicos, 1986, pp. 7-10.

⁷⁹¹ MADURELL, J. M., (julio 1944), *op. cit.*, vol. II-3, p. 47.

⁷⁹² MADURELL MARIMÓN, J. M., (enero 1944), *op. cit.*, pp. 26-27, n. 161. Algunos documentos antiguos se refieren a la práctica de la especialidad de pintor de banderas. Se cita a Gabriel Alemany como pintor dedicado a este oficio pintando, en 1500 una bandera por encargo de Jaume Miró y

Continuando con la temática de la pintura de sargas, las *Ordenanzas de Madrid de 1543* aluden al «oficio de pintores de sarguería», determinando, para poder desempeñarlo, su examen mediante la pintura de

[...] figuras que sean puestas en arte e muy bien ordenadas e coloreadas e de vn bosque e de vna fuente e de lexos e de animales de todas maneras. Yten se an de hesaminar del romano y de damasco y de lazos y de obra morisca y de matas grandes e de arboleda menuda.⁷⁹⁴

El término «lazos» hace alusión a la decoración geométrica con motivos entrelazados, ampliamente utilizada en el arte musulmán y mudéjar.

Las *Ordenanzas de Córdoba de 1544* también se refieren a los motivos pintados en las sargas:

[...] bosques y verduras e de hojas de alcorcaz y entrecalles e lazos damascos e brocados y matillas e de otras muchas obras que en las sargas se suelen hacer [...]⁷⁹⁵

Aunque, como puede observarse, los temas referidos son de carácter eminentemente profano, como cenefas, hojas, animales, fuentes, bodas y leyendas escritas, algunos de ellos podrían ser aplicados a pinturas de carácter sacro, como son los motivos vegetales, cenefas, figura humana y paisajes. De hecho, algunos de los temas requeridos por las *Ordenanzas de Sevilla de 1527* para el examen de sargueros coinciden con los prescritos para el examen de «Ymageneros» (pintores de retablos). En el primer caso, como se recordará, se indica la realización de «un desnudo», «un encasamiento», «un cauallero» y «unos lexos», y en segundo se requiere realizar «vn hombre desnudo y el trapo y plieges que faze la ropa y labrar los rostros y cabellos [...] lexos y verduras»⁷⁹⁶.

banderas y estandartes en 1494 para la sepultura de Joan Pere de Vilademany y de Blanes. *Ibidem*, p. 36, n. 176.

⁷⁹³ MADURELL, J. M., (julio 1944), *op. cit.*, vol. II-3, pp. 50-51.

⁷⁹⁴ AGULLÓ COBO, M.: *Noticias sobre pintores madrileños de los siglos XVI y XVII*, Granada, Departamento de Historia del Arte de las Universidades de Granada y Autónoma de Madrid, 1978, *op. cit.*, pp. 193-194.

⁷⁹⁵ RAMÍREZ DE ARELLANO, R., *op. cit.*, p. 44.

⁷⁹⁶ *Ordenanzas de Sevilla de 1526*, *op. cit.*, p. CLXIIv.

Debido a que, posiblemente, en numerosos casos, estas obras sirvieron para conmemorar diversos acontecimientos en moradas y calles, o se utilizaban únicamente en determinadas épocas, fueron concebidas como obras que pudieran transportarse o almacenarse con cierta facilidad.

El lienzo, por su flexibilidad, constituye el soporte idóneo para las sargas

Estas razones exigían la utilización de un soporte ligero y flexible como el lienzo. Algunos estudios señalan que las fibras empleadas eran de lino y quizás, en ocasiones de cáñamo⁷⁹⁷. En España, se practicó la pintura de sargas en lienzos ya usados, de lo que dan fe las *Ordenanzas de Sevilla de 1527*. Al parecer era un hecho común que terminó prohibiéndose debido a que se ocultaba la condición del soporte al comprador:

Otrosi ordenamos y mandamos por quanto somos informados que muchos oficiales pintan sargas y otras pinturas que no deuen ser fechas en lienços viejos y las venden por nuevos no declarando que es viejo: lo qual es en perjuizio dela republica:que de aquí adelante el que ouier de vender las dichas sargas las faga en lienço nuevo dela pieça:sopena que el que labrare en lienço viejo pierda las dichas sargas y mas pague de pena [...] ⁷⁹⁸

Algunas sargas eran de gran tamaño. A modo de ejemplo, se aporta el texto de un documento en el que se indica el tamaño que debían presentar unas sargas encargadas en 1523 al pintor Hernando Ortiz:

[...] se obliga a pagar a Juan de Solís, escribano de Sevilla, veinte y cuatro reales de plata o dos paños de sargas pintados de figuras (cada sarga de cuatro varas de altura cada una de tres piezas de buen lienzo de a cinco palmos de anchura, respectivamente). ⁷⁹⁹

Debe tenerse en cuenta que la vara equivale a 0,8356m ⁸⁰⁰.

⁷⁹⁷ José Antonio Buces indica que los análisis efectuados sobre fibras textiles de sargas y aguazos (este último tipo de pintura será descrito con posterioridad) han revelado el empleo mayoritario de lino, aunque en algún caso pudiera haberse empleado cáñamo. BUCES, J. A.: “La sarga y el aguazo: dos técnicas pictóricas a examen”, *Pátina*, nº10, septiembre 2001, 58-70, p. 63.

⁷⁹⁸ *Ordenanzas de Sevilla de 1527, op. cit.*, p. CLXIIIr.

⁷⁹⁹ MURO OREJÓN, A., (1935), *op. cit.*, p. 46.

⁸⁰⁰ *Nueva Enciclopedia Larousse*, 10 vols., Barcelona, Planeta, 1981, vol. 10, p. 10129.

Ya se ha indicado que el plazo de realización de estas obras era mucho más breve que la pintura de retablos sobre madera. Macía Gilabert, por ejemplo, pintor de cortinas, se compromete a pintar en 1538 con «pintura, ab invencions y fantasies»⁸⁰¹ cuatro cortinajes para Martí Moreno en el plazo de 20 días.

Las *Ordenanzas de Córdoba de 1493* detallan el proceso de la ejecución de las sargas, que comenzaba, según este texto, por la realización de un dibujo preliminar. Tras este primer paso, las imágenes eran «perfiladas de negro e matizadas»⁸⁰². A continuación, la superficie se «emprimaba» con «cola de engrudo de pergamino o de vacas», añadiéndose

Después, se aplicaba una mano de cola

[...] alguna miel asy porque hace blandos los asientos de las colores e aun porque non quiebran doblando el paño.⁸⁰³

De las indicaciones anteriores («doblando el paño») puede deducirse que el documento se refiere a un tipo de obra que se prevé puede ser almacenada o transportada o utilizada de tal modo que su uso pueda implicar cierta movilidad, con lo que se demanda la flexibilidad del material. Con el fin de potenciar esta propiedad se adicionaba, por tanto, miel.

Llama la atención la recomendación del empleo indistinto de dos tipos de engrudo (cola), de «pergamino o vacas», mientras que para los retablos de pintura sobre madera las *Ordenanzas de Córdoba de 1493* exigían el empleo del primero, quizás por ser éste más fuerte, ya que era recomendado también para el encolado de las piezas de madera⁸⁰⁴. Por otra parte, se insiste sobre la perfecta elaboración de los mismos y su adecuado estado de conservación, evitándose sean «non frescos o fuertes o flacos»⁸⁰⁵.

⁸⁰¹ MADURELL, J. M., (vol. II-3, julio, 1944), *op. cit.*, p. 47.

⁸⁰² El término «matizadas» podría hacer alusión a la realización de un incipiente claroscuro.

⁸⁰³ RAMÍREZ DE ARELLANO, R., *op. cit.*, p. 39.

⁸⁰⁴ Como ya se ha indicado, quizás el engrudo o cola de pergamino frente al de vacas era más valorado por su mayor pureza, por lo que es posible que, asimismo, fuera también más fuerte. Igualmente se ha referido que Francisco Pacheco en su *Arte de la pintura*, menciona el «retazo ordinario» indicando que podía añadirse, para incrementar su fortaleza, «el de pergamino». PACHECO, Francisco, *op. cit.*, libro tercero, cap. VII, p. 504. Sin embargo, y como también se ha subrayado, algunos textos señalan que las colas impuras son también más fuertes.

⁸⁰⁵ RAMÍREZ DE ARELLANO, R., *op. cit.*, p. 39.

A
continuación,
se daba una
mano de yeso
mezclado con
cola

Según este texto, sobre el estrato de cola se aplicaba una delgada capa de yeso —no se indica si se trata de yeso grueso o mate—, que previamente había de ser molido con agua y después templado con el engrudo mencionado⁸⁰⁶.

Ciertos
documentos
prohiben la
preparación de
los lienzos

Al contrario que este texto, las *Ordenanzas de Madrid de 1543* prohibían la aplicación de la preparación sobre las sargas⁸⁰⁷, indicando que los pintores «no aparejen los paños»⁸⁰⁸. Como ya se ha señalado, esta recomendación puede basarse en la fragilidad de las preparaciones de carácter magro cuando se aplican sobre un soporte móvil o con cierta flexibilidad como el lienzo, especialmente si no son muy delgadas. Las *Ordenanzas de Córdoba de 1493* si bien prescriben el empleo de yeso, también indican que la preparación no sea excesivamente gruesa, probablemente con el fin de reducir el riesgo de pérdidas⁸⁰⁹.

Francisco Pacheco incluye la pintura de sargas dentro de la primera modalidad de temple referida en su tratado. Para preparar el soporte prescribe la aplicación de «cola de retazo de guantes cocido y colado» sobre el lienzo. A diferencia de las *Ordenanzas de Córdoba de 1493*, y de las de *Madrid de 1543*, Pacheco únicamente estipula la aplicación de yeso, en concreto yeso grueso, cuando se trata de un lienzo de cierto grosor, posiblemente con el fin de cubrir en mayor medida los intersticios del soporte. Respecto a este último punto, sin embargo, no está del todo claro, a tenor del carácter enrevesado del texto, si este autor alude, en lugar de a la pintura de sargas, a una práctica más moderna propia de su tiempo⁸¹⁰.

En cuanto a la naturaleza del yeso empleado en las preparaciones de las sargas, el texto de las *Ordenanzas de Córdoba de 1493* no especifica si se trata de yeso grueso o mate. Si se refiere al yeso grueso⁸¹¹, el agua de la molienda podría dar lugar a la transformación, al menos de algunas de sus partículas, en yeso dihidrato. Como se ha indicado en el párrafo anterior, Francisco Pacheco prescribe el empleo

⁸⁰⁶ *Ibidem*.

⁸⁰⁷ Esta prohibición excluye la aplicación de un estrato de yeso, aunque no es seguro que descarte la de un estrato de cola.

⁸⁰⁸ AGULLÓ COBO, M.: *Noticias sobre pintores madrileños de los siglos XVI y XVII*, Granada, Departamento de Historia del Arte de las Universidades de Granada y Autónoma de Madrid, 1978, *op. cit.*, p. 194.

⁸⁰⁹ RAMÍREZ DE ARELLANO, R., *op. cit.*, p. 39.

⁸¹⁰ PACHECO, Francisco, *op. cit.*, libro tercero, cap. II, p. 448.

⁸¹¹ Como se verá en los capítulos V y VI, en numerosas ocasiones el yeso grueso está integrado fundamentalmente por anhidrita.

de yeso grueso⁸¹². Realmente, el yeso mate es tan sólo especialmente útil en el caso del dorado al agua bruñido, con lo que no resulta necesaria su aplicación en el caso de la pintura de sargas. No puede concluirse, sin embargo, que se haya empleado yeso grueso en todas las ocasiones, ya que, por ejemplo, en numerosos casos se ha aplicado yeso mate en tablas que han sido pintadas pero no doradas y por tanto no necesitaban de este material⁸¹³. Por otra parte, debido a que su proceso de elaboración es más complejo, este tipo de yeso debía ser asimismo más costoso, por lo que resulta más lógica la utilización del yeso grueso.

Respecto al aglutinante empleado en este tipo de obras, las *Ordenanzas de Córdoba de 1493* indican que los pigmentos se aglutinan con la cola empleada en la preparación del soporte, y teniendo en cuenta

*Aglutinante
empleado*

[...] que las dichas colores que se asienten muy delicadamente en manera que non fagan mucho cuerpo porque sean firmes.⁸¹⁴

Resulta lógica la indicación de que se aplique una capa pictórica delgada si, como se ha comentado, se quería preservar la flexibilidad de la obra. Asimismo, para algunos detalles o «cosas sotiles» el texto recomendaba la «templa de huevos»⁸¹⁵. Hay que señalar que Francisco Pacheco coincide en su alusión al primer aglutinante señalado, que denomina «cola o engrudo de tajadas» o también «cola de retazo de guantes cocido y colado»⁸¹⁶.

La fragilidad de estas obras podía derivar, por tanto, no sólo de la escasa flexibilidad de la preparación cuando ésta se había aplicado o de su inexistencia, sino también de la de los estratos pictóricos, también de carácter magro. Las *Ordenanzas de Sevilla de 1527* indican que el aspirante a sarguero debía saber «assentar las colores:de manera que no salten»⁸¹⁷. Y las *Ordenanzas de Córdoba de 1544* advierten que los aspirantes a pintores de sargas deben aplicar «buenas colores que no se caigan ni salten las dichas colores»⁸¹⁸.

⁸¹² Si se entiende que la alusión de este autor se refiere a la pintura de sargas.

⁸¹³ Numerosos estudios técnicos llevados a cabo por el equipo de investigación del que forma parte la autora confirman este punto.

⁸¹⁴ RAMÍREZ DE ARELLANO, R., *op. cit.*, p. 39.

⁸¹⁵ *Ibidem*.

⁸¹⁶ PACHECO, Francisco, *op. cit.*, libro tercero, cap. II, p. 448.

⁸¹⁷ *Ordenanzas de Sevilla de 1527, op. cit.*, p. CLXIIIr.

⁸¹⁸ RAMÍREZ DE ARELLANO, R., *op. cit.*, p. 43.

Respecto a los pigmentos empleados en estas obras, algunos documentos dan fe de la atención que se dispensaba a su calidad. *Las Ordenanzas de Sevilla de 1527* prohíben la venta de aquellas sargas que son falsas «assi en lienço como enla pintura»:

Otrosi ordenamos y mandamos que por quanto de poco tiempo aca se acostumbran vender enlas gradass desta cibdad/y en otros lugares en almonedas sargas pintadas: las quales son falsas assi en lienço como enla pintura: tomando lienços viejos y engrudando los: y echan colores falsas: lo qual todo es en perjuizio delas personas que las compran y de la republica:porque acaesce que las compra vn forastero y lleua las fuera y como vsando las se paresce el engaño diffaman la tierra y los oficiales [...]⁸¹⁹

Tipos de
sargas

Algunos textos distinguen diversos tipos de sargas. Las de diversos colores, y las ejecutadas con blanco y pigmentos oscuros. Las *Ordenanzas de Sevilla de 1526* se refieren a las «sargas blancas, de colores y pardillas»⁸²⁰. Las de *Córdoba de 1544* aluden a exámenes de «sargas blancas de aguadas negras o de otras colores»⁸²¹.

Las Ordenanzas de Córdoba de 1493 especifican los pigmentos que han de emplearse en la pintura de sargas, incluyendo «albayalde», «bermellon», «azarcon», «azul fino», «ocre» y «prieto», que asimismo se utilizaban en los retablos de pintura sobre madera. Igualmente, se refieren al empleo de «rosete de Brasil» y «jalde» que, sin embargo, se prohibían entonces para tal fin. Este documento también se refiere al empleo de «amir»⁸²². Quizás convenga aclarar que el término «jalde» alude al

⁸¹⁹ *Ordenanzas de Sevilla de 1527, op. cit., p. CLXIIIv.*

⁸²⁰ *Ibidem, p. CLXIIIr.*

⁸²¹ RAMÍREZ DE ARELLANO, R., *op. cit.*, p. 44. A modo de ejemplo, algunos autores hacen referencia a la pintura por parte de Juan de Villoldo (pintor coetáneo de Berruguete) de ciertos lienzos que habían de colgarse desde la Pasión hasta la Pascua en el altar de la Capilla del Obispo en Madrid. Antonio Ponz los define como «las pinturas de los paños, que el dicho Juan de Villoldo habia de hacer de claro, y obscuro [...]». PONZ, A.: *Viage de España, en que se da noticia de las cosas mas apreciables, y dignas de saberse, que hay en ella*, (ed. facs. de la de Madrid, Viuda de Ibarra, Hijos y Compañía, tercera impresión, 1793, tomo V), Madrid, Atlas, 1972, p. 115. Antonio Palomino denomina estas obras «aguazo de claro y obscuro» y Ceán Bermúdez «lienzos [...] pintados de claro obscuro al aguazo sin aparejo alguno». CEÁN BERMÚDEZ, Juan Agustín, *op. cit.*, t. V, pp. 262-263 y PALOMINO DE CASTRO Y VELASCO, Antonio, *op. cit.*, t. III, p. 40. Más adelante se describirán este tipo de obras denominadas «aguazo». Puede indicarse, sin embargo, que quizás el hecho de que los lienzos de Juan de Villoldo sean designados con este término puede tener que ver con la circunstancia de que estos textos correspondan a una época de vigencia de este tipo de pintura frente a la de sargas, desaparecida entonces.

⁸²² RAMÍREZ DE ARELLANO, R., *op. cit.*, p. 39.

trisulfuro de arsénico (As_2S_3), «azarcón» es el tetróxido de plomo (Pb_3O_4), conocido también como minio, «azul fino» probablemente se refiera a la azurita, dihidroxibiscarbonato de cobre (II) $[\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2]$ y «amir» se refiere al añil. El vocablo «prieto» alude a un pigmento negro u oscuro y «rosete fecho de brasil» puede hacer referencia a una laca elaborada a partir del colorante brasil⁸²³. Además, las *Ordenanzas de Córdoba de 1493* indican que el aspirante a pintor de sargas debe saber «asentar oro»⁸²⁴. Francisco Pacheco, en la parte de su tratado en que parece referirse a la pintura de sargas, recomienda «yeso muerto» y «albayalde» para el blanco, «negro de carbón» para el negro, «ocres claro» y «oscuro» para amarillos y pardos, para los azules «añil» u «orchila»⁸²⁵ y, en obras de consideración, «cenizas» o «segundos finos»⁸²⁶ y para rojos, «azarcón» y «brasil».

De entre los pigmentos referidos, el «albayalde», dihidroxibiscarbonato de plomo (II) $[\text{Pb}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2]$, constituye el pigmento blanco por excelencia en el campo de la pintura de caballete hasta el siglo XIX. Desde la Antigüedad existen recetas relativas a su elaboración, basada en someter a la acción del vinagre planchas de plomo en un recipiente cerrado⁸²⁷.

El *Diccionario de Autoridades* describe su elaboración y refiere la etimología árabe del término:

⁸²³ Cfr. la identificación de estos pigmentos en SANTOS GÓMEZ, S. y SAN ANDRÉS MOYA, M., (2001), *op. cit.*, pp. 270-274.

⁸²⁴ RAMÍREZ DE ARELLANO, R., *op. cit.*, p. 37.

⁸²⁵ Palomino define «urchilla» como: «Cierta color morado artificial, de hierbas y tinturas». PALOMINO DE CASTRO Y VELASCO, Antonio, *op. cit.*, tomo II, p. 582. Según la *Nueva Enciclopedia Larousse* «urchilla»: Liqueur que vive en las rocas bañadas por el agua del mar». *Nueva Enciclopedia Larousse*, *op. cit.*, vol. 10, p. 10009.

⁸²⁶ Los textos artísticos se refieren tanto al origen natural como artificial de las cenizas. Jean-François-Léonor Mérimée se refiere a ambos. Describe el material («cendres bleues») como carbonato hidratado, empleado en decoración y poco permanente, pudiendo transformarse en verde. MÉRIMÉE, Jean-François-Léonor: *De la peinture à l'huile ou des procédés matériels employés dans ce genre de peinture depuis Hubert et Jean Van-Eyck jusqu'à nos jours*, [ed. facs. de la de París, Mme. Huzard (Née Vallat la Chapelle), Libraire, 1830)], París, Erec, 1981, pp. 146-176. Respecto a los segundos finos, puede tratarse, simplemente, de azurita obtenida quizás en alguna fase de su purificación mediante levigación.

⁸²⁷ Cfr. el método de elaboración del blanco de plomo en, por ejemplo, SAN ISIDORO DE SEVILLA, *op. cit.*, vol. II, 18, 23, p. 457, A. Palomino en PALOMINO DE CASTRO Y VELASCO, A., *op. cit.*, tomo II, libro noveno, cap. XVI, VI, p. 527 y tomo II, p. 556, Felipe Núñez en NUNES, Felipe, *op. cit.*, p. 66v, Esteban de Terreros y Pando en TERREROS Y PANDO, Esteban de: *Diccionario castellano con voces de ciencias y de artes*, (tít. y ed. original *Diccionario Castellano con las voces de ciencias y artes y sus correspondientes en las tres lenguas francesa, latina é italiana*, Madrid, en la Imprenta de la Viuda de Ibarra, Hijos y compañía, 1786, ed. actual facsímil), 4 vols., Madrid, Arco Libros, 1987, vol. I, p. 59 y VICENTE ORELLANA, Francisco, *op. cit.*, p. 90.

La sustancia del plomo, que metido en vinagre fuerte se dissuelve y evapora en polvo a manera de cal, blanquissimo, que se queda pegado à la superficie de la plancha o lámina infundida en el vinagre y raído, ò raspado se recoge para varios usos. Es voz Aràbiga compuesta del artículo Al, y de la palabra Baiaad, que significa cosa que sobresale en blancura.⁸²⁸

El pigmento también es denominado «blanquet» en nuestro país⁸²⁹.

Algunos textos españoles estiman especialmente el procedente de Pisa y de Venecia⁸³⁰. Como dato que pudiera resultar de interés, las *Ordenanzas de Zaragoza de 1502*⁸³¹ denuncian el empleo de moyuelo⁸³², es decir, salvado fino, en lugar de

⁸²⁸ Cfr. el *Diccionario de Autoridades*, *op. cit.*, tomo primero del facs., vol I de la ed. actual, p. 166. García Salinero aporta la definición de Miguel de Urrea (1582) en *De architectura de Vitruvio*, (trad. Por Miguel de Urrea), Alcalá de Henares, 1569, p. 106. García coincide con éste en la etimología árabe indicando, además, que «Alvayalde se escribió siempre con v, pero por la intromisión de la etimología alba jalde, se escribe con b [...]». GARCÍA SALINERO, F., *op. cit.*, p. 31.

⁸²⁹ El término «albayaalde» fue identificado con «blanquet» por Covarrubias en COVARRUBIAS OROZCO, S. de, *op. cit.*, pp. 42-43: «Albayaalde I. Cerussa; en valenciano blanquet [...]». Asimismo, el pigmento también aparece denominado como «blanquet» en documentos de la Corona de Aragón. GUAL CAMARENA, M.: *Vocabulario del comercio medieval*, Barcelona, El Albir, 1976, p. 232. Otra denominación con la que quizás podría identificarse el pigmento es «blanqui boli». En las *Ordenanzas de Sevilla de 1527* se indica, entre las de pintores, que el dorador «sepa fazer muy buen blanqui boli». *Ordenanzas de Sevilla de 1527*, *op. cit.*, p. CLXIIv. Quizás la inclusión de esta condición sea debida a que, en la pintura de los estofados de las tallas, solía darse sobre el oro bruñido una primera mano de blanco de plomo, antes de aplicar el motivo decorativo y los pigmentos definitivos del estofado. Ya se ha hecho referencia a este tema y se han aportado las referencias de Felipe Nunes y Francisco Pacheco. Cfr. NUNES, Felipe, *op. cit.*, p. 69r y PACHECO, Francisco, *op. cit.*, libro tercero, cap. III, p. 462. El *Diccionario de la lengua española*, define aún el vocablo «blanquibolo» como «(De blanco y bolo, arcilla) m. ant. Albayaalde». REAL ACADEMIA ESPAÑOLA, (1978), *op. cit.*, p. 186. A pesar de lo indicado, no debe descartarse que el término «blanqui boli» haya podido hacer referencia al yeso mate, especialmente útil para llevar a cabo el dorado al agua bruñido, como se ha señalado en repetidas ocasiones.

⁸³⁰ GARCÍA CHICO, E., (1946), *op. cit.*, tomo tercero, I, pintores, pp. 210-212 y 248-256. El autor anónimo de *Reglas para pintar*, indica que «el mejor alvaialde es de venecia». BRUQUETAS GALÁN, R., (1998), p. 38. Igualmente, F. Pacheco se refiere al albayaalde veneciano en PACHECO, F., *op. cit.*, libro tercero, cap. V, p. 483. Posiblemente también el «blanco de Venecia» de Francisco Vicente Orellana se identifique con este pigmento. VICENTE ORELLANA, F., *op. cit.*, p. 225. Munáiz y Millana se refiere a «los de Génova, á pesar de que de Alicante y otros puntos suelen hallarse bastante buenos». MUNÁIZ Y MILLANA, D. R., *op. cit.*, p. 30.

⁸³¹ FALCÓN PÉREZ, M. I., *op. cit.*, p. 603.

⁸³² El *Diccionario de la lengua española* lo define como: «Salvado muy fino, el último que se separa al apurar la harina». REAL ACADEMIA ESPAÑOLA, (1978), p. 900.

«blanquet» por parte de los pintores (no especifica el oficio o parcela concreta del arte).

El texto de las *Ordenanzas de Córdoba de 1493* denuncia diversas prácticas fraudulentas que se daban en la época con respecto a la pintura de sargas. Una de éstas tiene relación precisamente con el albayalde. El texto prohíbe el empleo de yeso en su lugar⁸³³. Ya se ha indicado que el mecanismo por el que transcurre el proceso de secado de la cola permite que el yeso conserve su poder cubriente con este aglutinante. Sin embargo, la utilización de yeso fue prescrita por Francisco Pacheco, que consideraba este material adecuado y común dentro de la pintura de sargas que vio ejecutar a sus maestros. Respecto a este tema indica que el blanco

Empleo de yeso como pigmento blanco en la pintura de sargas

[...] era hecho de una pella de yeso muerto, no de muchos días como el mate, sino duro como el de los modelos; éste servía en las sargas de blanco molido a l'agua y mesclado con la templa de la cola [...]⁸³⁴

Ya se ha hecho referencia a este tipo de yeso. Realmente, este autor está estipulando para la pintura de sargas un pigmento blanco elaborado a partir de un yeso quizás similar a la escayola, hemihidrato o quizás anhidrita, del tipo utilizado en la realización «de modelos», que se sumergía en agua, fraguaba y se dejaba secar inmediatamente (se trata de «yeso muerto»). Este yeso, por tanto, es previsible sea un yeso dihidrato, duro como indica Pacheco, ya que el yeso que fragua y se deja secar inmediatamente endurece, debido al entrecruzamiento de sus partículas, como se ha indicado y verá posteriormente. Este tipo de yeso es contrapuesto por el autor al «yeso mate», similar al anterior en tanto que también es un yeso dihidrato, pero tratándose, en este caso, de un «yeso de muchos días», es decir, un tipo de yeso que fragua, se mantiene en agua durante largos períodos de tiempo y, finalmente, se permite su secado. Este último tipo de yeso es el yeso que Pacheco y otros autores recomiendan especialmente para el dorado al agua de las tablas, ya que es un material blando y muy suave.

Por último, en lo que respecta a los blancos utilizados en la pintura de sargas, Francisco Pacheco indicaba que, «en las buenas pinturas» (se está refiriendo a las

⁸³³ RAMÍREZ DE ARELLANO, R., *op. cit.*, p. 40.

⁸³⁴ PACHECO, F., *op. cit.*, libro tercero, cap. II, p. 448.

sargas), en lugar de utilizar yeso únicamente a modo de pigmento blanco, se empleaban dos partes de yeso por una de albayalde⁸³⁵.

Por otra parte, las *Ordenanzas de Córdoba de 1493* denuncian la mezcla de «acofaira», posiblemente ocre amarillo⁸³⁶, o yeso con bermellón, azarcón o jalde, con toda probabilidad con el fin de abaratar la producción⁸³⁷. Una de las prescripciones de las *Ordenanzas de Madrid de 1543* prohíbe el empleo en la pintura de sargas de «negro con agua de çumaque», «caparrosa» o «caparrós», «azeche» y «cardenillo». Esta prohibición puede tener su origen en la alteración que este tipo de materiales puede provocar sobre el lienzo, especialmente si éste carece de preparación (como se recordará estas ordenanzas no permitían la aplicación de la preparación en las sargas)⁸³⁸.

Breve
diferenciación de
las sargas de la
pintura aguazo

Respecto a las diferencias de la pintura de sargas con otros tipos de temple sobre lienzo, ya las *Ordenanzas de Córdoba de 1493* diferencian este tipo de pintura de la de los retablos pintados al temple sobre lienzo durante el siglo XV. Como ya se ha referido, la pintura de sargas puede ejecutarse sobre una base de yeso y los pigmentos se aglutinan con cola animal. El texto de estas ordenanzas se refiere, además, a la pintura de retablos sobre lienzo, indicando que el soporte también se prepare con yeso y los pigmentos se aglutinen con «templa». Si bien no puede concluirse respecto al aglutinante aludido, puede indicarse que, cuando estas ordenanzas se refieren a lo largo de los capítulos a un aglutinante acuoso (huevo, cola) alude a éste con el término «templa», mientras que para la pintura al óleo especifica este último aglutinante. Por tanto, no se descarta la diferenciación de estas obras de las sargas en base a algunos aspectos de la técnica o incluso, a la importancia de las obras o temática. Sin embargo, debido a que este documento

⁸³⁵ *Ibídem.*

⁸³⁶ SANTOS GÓMEZ, S., y SAN ANDRÉS MOYA, M., (2001), *op. cit.*, p. 273.

⁸³⁷ RAMÍREZ DE ARELLANO, *op. cit.*, p. 40.

⁸³⁸ Estos compuestos aparecen descritos en el trabajo ya mencionado SANTOS GÓMEZ, S. y SAN ANDRÉS MOYA, M., (2001), *op. cit.*, pp. 279-280. Brevemente, sin embargo, puede indicarse que el zumaque es una sustancia de origen vegetal utilizada como curtiente. La caparrosa verde es una sal de hierro que combinada con los taninos da lugar a un compuesto de intenso color negro, que tradicionalmente ha sido empleado en la elaboración de las tintas ferrogálicas. El carácter ácido de las mismas puede dar lugar al deterioro de las fibras del soporte textil. El aceche suele ser considerado como sinónimo de caparrosa. Respecto al cardenillo, algunos textos estiman puede deteriorar la madera y el material celulósico. BANIK, G.: "Discoloration of green copper pigments in manuscripts and works of graphic arts", *Restaurator*, 10, 1989, 61-73.

presenta una comprensión ciertamente dificultosa, no puede concluirse en este punto⁸³⁹.

La pintura de sargas es similar a la denominada «aguazo», de la que Francisco Pacheco indica era practicada en algunas zonas de Europa Occidental como Italia o Flandes. En el apartado dedicado a la pintura del Norte de Europa se describe la relación del aguazo con la pintura sobre lienzo practicada en el siglo XV en esta zona, que se pintaba de forma prácticamente idéntica, con lo que quizás puedan identificarse. Asimismo, Borghini y Armenini (s. XVI) se refieren a la pintura sobre tela realizada por los Flamencos. El primero indica que aplican una mano de cola para preparar el soporte y que estos lienzos se enrollaban y transportaban con gran facilidad⁸⁴⁰. Por su parte, Armenini⁸⁴¹, además de aludir a la pintura al temple de cola, señala que los flamencos aglutinaban todos los pigmentos con este medio.

En realidad, el término «aguazo» es italiano y, por tanto, pudo haberse aplicado a este tipo de temple que era practicado tanto en Italia como en Flandes en los siglos XVI y XVII, de acuerdo a las indicaciones de diversos tratadistas. Más adelante se describirá el proceso de ejecución llevado a cabo en la pintura al temple sobre lienzo de origen flamenco.

Giorgio Vasari da testimonio de la práctica de esta pintura en la Italia del siglo XVI al referirse a ella (pintura «a guazzo») en *Le vite de' piú eccellenti architetti, pittori, et scultori italiani...* (1550). Este autor indica que se empleaba para decorar teatros, fiestas o arcos de triunfo. El aglutinante referido es cola animal y la tela ha de permanecer húmeda mientras se pinta. El hecho de mantener húmedo el lienzo en tanto se ejecuta la pintura favorecería la penetración de la capa pictórica en el soporte. Posiblemente se persiga con ello que los estratos se fijen al lienzo en la mayor medida posible a la vez que éste mantiene su flexibilidad ya que, como se ha indicado, se trata de obras que posiblemente hayan de permanecer ocasionalmente dobladas o hayan de ser transportadas. Por distintas razones, este tipo de pintura resulta similar al de sargas; por una parte, su finalidad es similar, y por otra, el aglutinante empleado es el mismo. Además, Vasari refiere la ejecución de claroscuros con esta técnica, mediante el empleo de pigmentos blancos, negros y

⁸³⁹ RAMÍREZ DE ARELLANO, *op. cit.*, p. 41.

⁸⁴⁰ BORGHINI, Raffaello, *op. cit.*, vol. XIII, libro segundo, p. 173.

⁸⁴¹ ARMENINI, Giovan Battista (1988), *op. cit.*, cap. VII, pp. 138-139 y ARMENINI, Giovanni Battista, (2000), cap. VII, *op. cit.*, pp. 165-167.

rojizos⁸⁴². Francisco Pacheco indica, asimismo, que el aguazo resulta especialmente útil en pintura «de blanco y negro, o de color de bronce»⁸⁴³. A este respecto pueden también recordarse las menciones de algunas ordenanzas a la pintura de «sargas blancas, de colores y pardillas»⁸⁴⁴ y a las «sargas blancas de aguadas negras o de otras colores»⁸⁴⁵.

De forma muy similar y, de acuerdo a Pacheco, el procedimiento empleado en la ejecución del «aguazo» consiste, en bañar con agua el lienzo por detrás, mientras el pintor va ejecutando su obra por la cara anterior⁸⁴⁶. También el aglutinante referido por este autor es cola animal. Otra característica que pueden tener en común este tipo de obras con las sargas es que, según Pacheco, carecen de preparación. Como se recordará, algunos documentos españoles prescriben la ausencia de preparación en las sargas.

Este tipo de pintura llega al siglo XVIII, siendo descrita por Antonio Palomino de manera muy similar a la referida por Pacheco, con lo que el procedimiento apenas habría variado:

El aguazo se hace sobre lienzo blanco, y delgado, humedeciéndolo por el reverso con agua natural, y sin más blanco, que el de la superficie. Esto se dibuja primero sobre el mismo lienzo en seco, con un carbón muy suave, y dócil, puesto en una caña, a proporción de la superficie; y lo que se yerra, se sacude con unas plumas; y asegurados, que sean, los perfiles, se van pasando en seco con una aguadita de carmín muy delicada, tanto, cuanto se vea, con agua cola, o goma muy flaca; y después se va humedeciendo con una brocha grande por el reverso aquella porción que se ha de pintar (y la humedad no sea demasiada) y usando de las aguadas, según conviene al valor de cada cosa, se va concluyendo: con advertencia, que conviene acabar primero, lo que se supone estar delante, y luego como se sigue; porque no se puede borrar lo hecho;⁸⁴⁷

⁸⁴² VASARI, Giorgio, (1986), *op. cit.*, vol. 1, cap. XXV, pp. 71-72. VASARI, Giorgio, (1998), *op. cit.*, cap. XXV, pp. 120-121.

⁸⁴³ PACHECO, Francisco, *op. cit.*, libro tercero, cap. II, p. 450.

⁸⁴⁴ *Ordenanzas de Sevilla de 1527*, *op. cit.*, p. CLXIIIr.

⁸⁴⁵ RAMÍREZ DE ARELLANO, R., *op. cit.*, p. 44.

⁸⁴⁶ PACHECO, Francisco, *op. cit.*, libro tercero, cap. II, p. 450.

⁸⁴⁷ PALOMINO DE CASTRO Y VELASCO, Antonio, *op. cit.*, tomo I, libro I, cap. VI, VI, pp. 142-143 y tomo II, p. 556.

Resulta especialmente interesante el comentario de Palomino referente al empleo de la superficie blanca del lienzo a modo de blanco. Respecto a la utilidad de estas obras, Palomino señala eran empleadas a modo de cortinas en los teatros y como suplementos de los tapices.

Además de este tipo de pintura, el término «aguazzo» o «guazzo» ha designado, durante siglos, y de forma general, la pintura al temple sobre diversos soportes. Paolo Pino en *Dialogo di pittvra* (1548) alude a las dos técnicas para pintar en seco sobre muro indicando que se trata de pintura «à oglio» (al óleo) y «à guazzo» (al temple)⁸⁴⁸.

Roger de Piles en *Les premiers éléments de la peinture pratique* (1684) hace referencia a la pintura al temple sobre telas, tabla, piel y papel indicando que los italianos la denominaban «guazzo»⁸⁴⁹. Este autor refiere que el aglutinante empleado era goma o cola y se empleaba, entre otros fines, en pintura de abanicos y decoraciones de teatros.

Para Francisco Martínez en su *Introducción al conocimiento de las bellas artes. Diccionario de Pintura, escultura, arquitectura y grabado* (1788) la pintura «que llaman aguazo y aguada los italianos» era simplemente pintura al temple, en la que el aglutinante empleado era cola o goma y los soportes yeso, madera, pergamino y papel. Este autor, como De Piles, señala que se empleaba generalmente en abanicos y decoraciones de teatro⁸⁵⁰.

D. J. A. y L. indica en *Dibujo lavado, pintura de aguada y de iluminacion* (1833) que el denominado en España «temple labrado», «temple fino», «empastado», etc. era designado como «gouache» por los franceses, que a su vez lo tomaron del «guazzo» de los italianos. Este autor indica su empleo generalmente sobre papel o cartón, siendo la goma el aglutinante utilizado. Este autor señala que para el temple común se utilizaba cola animal⁸⁵¹.

⁸⁴⁸ PINO, Paolo: *Dialogo di pittvra*, Vinegia per Pauolo Gherardo, 1548, p. 20r.

⁸⁴⁹ PILES, Roger de: *Les premiers éléments de la peinture pratique*, (ed. princ. de 1684, París), Genève, 1973, p. 85.

⁸⁵⁰ MARTÍNEZ, Francisco: *Introducción al conocimiento de las bellas artes. Diccionario de Pintura, escultura, arquitectura y grabado*, (ed. facs. de la de Madrid, 1788), Real Academia Española, Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Málaga, 1989, p. 329.

⁸⁵¹ J. A. y L.: *Dibujo lavado, pintura de aguada y de iluminación*, (Barcelona, imprenta de J. Verdaguer, 1833), Valencia, Librerías París-Valencia, 1994, pp. 148-151.

J. Soler en su *Curso completo teórico práctico de diseño y pintura* (1837) se refiere a la pintura aguazo como ejecutada mojando el lienzo blanco y aplicando aguadas. Este autor define el término aguada como la sustancia en la que participan un pigmento aglutinado con goma arábica y gran cantidad de agua⁸⁵². Asimismo, describe la pintura al temple como aquella que puede ejecutarse sobre diversas superficies y emplea cola como aglutinante, denominándose también «gouache» y «guaza»⁸⁵³.

G. Ronchetti en su *Manual para los aficionados á la pintura* (1912) describe la pintura «aguazo» aludiendo a su práctica sobre papel o lienzo y empleando como aglutinantes goma (de Senegal, arábica, de tragacanto) o cola de pescado. Según este autor, en pintura decorativa se utilizarían también miel, leche y cola de pieles. Ronchetti también señala que las telas podían prepararse con yeso o almidón⁸⁵⁴.

En el siglo XX José Manaut Viglieti lo identifica con el vocablo francés «gouache» o «guache» e indica que se emplean los pigmentos de la acuarela con «aglutinantes gomosos» a los que se agrega alumbre. Los soportes sobre los que se aplica esta técnica son papel, cartón, tela, etc.⁸⁵⁵.

Diferencias de la
sarga y aguazo
de otros modos
de temple

Para finalizar, ya se ha hecho alusión a diversos modos de temple como son sargas y pintura aguazo. Pero además, otros autores aluden a la pintura al temple sobre lienzo sin denominarla sarga o aguazo, aunque se pintaban de forma muy similar. Anteriormente se ha hecho referencia a algunos de éstos. Así por ejemplo, Felipe Nunes indica que la pintura al temple sobre lienzo empleaba como aglutinante cola. Como capa de preparación se aplicaba una mano de cola a la que podía añadirse blanco de plomo⁸⁵⁶. En el *Tractado del arte de la pintura* el temple es un tipo de pintura descrito como realizado en lienzo, pared o tabla, con preparación de cola y yeso, empleando pigmentos aglutinados con cola, huevo, leche o goma⁸⁵⁷. Vicente Carducho en su *Diálogos de la pintura*, de 1633, describe el temple de igual forma que el autor anterior, especificando los mismos soportes, preparación y aglutinantes, ya que entre ambos tratados existen numerosos paralelismos, como se

⁸⁵² SOLER, J., *op. cit.*, parte II, p. 134.

⁸⁵³ *Ibidem*, parte II, p. 105.

⁸⁵⁴ RONCHETTI, G., *op. cit.*, pp. 321-326.

⁸⁵⁵ MANAUT VIGLIETI, José, *op. cit.*, pp. 159-160.

⁸⁵⁶ NUNES, Felipe, *op. cit.*, pp. 59v-60r.

⁸⁵⁷ Cfr. SANZ, M. M. (1978), “Un tratado de pintura anónimo y manuscrito del siglo XVII”, *op. cit.*, pp. 269-270.

ha indicado⁸⁵⁸. Francisco Pacheco se refiere a la pintura al temple sobre lienzo preparado con varias manos de cola. A continuación, se ejecuta el dibujo con carbones, repasándose con carmín y negro y templándose los pigmentos con huevo entero y una ramita de higuera⁸⁵⁹. Antonio Palomino define la pintura al temple como ejecutada sobre pared, lienzo, tabla, pergamino, papel, seda y cabritilla, en la que los pigmentos se aglutinan con «cola, goma o cosa semejante». La preparación referida está constituida por yeso y ceniza⁸⁶⁰. J. Soler describe la pintura al temple de forma muy similar a Palomino⁸⁶¹.

Por último, otro tipo de pintura al temple sobre lienzo muy común y referido por Francisco Pacheco y otros muchos autores son las «aguadas de colores», que consistían en pintar al temple sobre diversos soportes, preparándolos con alumbre y templando los pigmentos con goma⁸⁶².

⁸⁵⁸ CARDUCHO, Vicente, *op. cit.*, p. 382.

⁸⁵⁹ PACHECO, Francisco, *op. cit.*, libro tercero, cap. II, pp. 451, 452.

⁸⁶⁰ V. PALOMINO DE CASTRO Y VELASCO, Antonio, *op. cit.*, tomo I, libro primero, cap. VI, I-VII, pp. 138-143 y tomo II, libro sexto, cap. V, I-VI, pp. 218-231.

⁸⁶¹ SOLER, J., *op. cit.*, tomo II, pp. 106-109.

⁸⁶² A modo de ejemplo, se aportan algunas referencias. PACHECO, Francisco, *op. cit.*, libro tercero, cap. II, p. 452. En el *Tractado del arte de la pintura* se describen las «aguadas de colores», como un tipo de pintura ejecutada sobre papel, tafetán o lienzo, preparando el soporte con agua de alumbre y aglutinándose los pigmentos con goma. Cfr. SANZ, M. M., (1978), “Un tratado de pintura anónimo y manuscrito del siglo XVII”, *op. cit.*, p. 270. Vicente Carducho en su *Diálogos de la pintura*, de 1633, describe el temple y las «aguadas de colores» de igual forma que el autor anterior, CARDUCHO, Vicente, *op. cit.*, p. 382. Cfr. también RONCHETTI, G., *op. cit.*, pp. 358.

IV. 2. Preparaciones blancas de la pintura sobre tabla: España y los países nórdicos. Empleo de carbonato cálcico

*Abundancia de
carbonato
cálcico en el
Norte de Europa*

Como ocurrió con el yeso en los países del Sur de Europa, el empleo de carbonato cálcico en el norte y centro de Europa para preparar las tablas se debió a la gran abundancia de este material en zonas donde el yeso podía resultar más escaso, aunque hayan existido yacimientos de este material. El carbonato cálcico aparece en grandes cantidades en forma de creta – CaCO_3 de origen bioquímico– en el Noroeste de Europa, mientras que las calizas – CaCO_3 de origen químico– son abundantes en los Alpes y Cárpatos. También ha sido utilizada dolomita [$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$], especialmente en países del Centro de Europa, ya que algunos de sus yacimientos más importantes se encuentran en los Alpes dolomíticos.

Ya se ha indicado que, en España, las preparaciones de la pintura sobre tabla se elaboran mayoritariamente a partir de yeso. Las razones que explican el empleo predominante de este material son, por un lado, la abundancia de sus yacimientos, que ocupan fundamentalmente la mitad oriental de la Península Ibérica y las Islas Baleares y, por otro, la tradición de su utilización en la Cuenca del Mediterráneo dentro del ámbito artístico.

*En España
también se ha
empleado
carbonato
cálcico para
preparar las
tablas*

Sin embargo, durante cierto período de tiempo de la historia de nuestro país, algunos artífices emplearon carbonato cálcico para preparar las tablas. Una de las razones que explica este uso es la abundancia de calizas, dolomías y cretas, que aparecen en todos los niveles estratigráficos de nuestra geografía. Como ya se ha indicado, algunos de los yacimientos más importantes de caliza se encuentran en la región catalana así como en Asturias y en pueblos del centro y sur de España como Aranjuez (Madrid) o Utrera (Sevilla), mientras que en la región cántabro-astúrica, Granada y Málaga se hallan algunos de los yacimientos más importantes de dolomía. Asimismo, se produce creta blanca en Bellveit (Tarragona)⁸⁶³.

*El empleo de
carbonato
cálcico en
España se
debe a la
influencia del
norte de
Europa*

Pero sobre todo, la razón principal que puede explicar la utilización de este material por parte de algunos artífices españoles, es la existencia de sólidos lazos tanto políticos como culturales entre España y Flandes. Ya en el siglo XIV ciertas corrientes de influjo flamenco habían penetrado en España, cuando la monarquía aragonesa requiere la presencia de artistas flamencos en su corte. Pero, fundamentalmente, será el matrimonio entre doña Juana y el archiduque Felipe en

⁸⁶³ IGME: *Mapa minero de España. Memoria*, Madrid, IGME, 1988, pp. 87-88.

1496 lo que propiciará que los destinos económicos y políticos de los Países Bajos y los reinos españoles se ligen de manera tan estrecha.

Especialmente a partir de este enlace llegaron a establecerse numerosos pintores flamencos que ejercieron gran influencia sobre la pintura desarrollada en España durante la segunda mitad del siglo XV y comienzos del siglo XVI y dieron lugar a la denominada pintura hispanoflamenca. Es ampliamente conocida la afinidad que la reina Católica mostró siempre hacia la pintura flamenca, que desembocó en la amplia colección que consiguió reunir. Jusepe Martínez señala que los pintores españoles, conociendo esta inclinación por parte de la realeza, imitaron la estética –cuando no la práctica de taller– flamenca. Así, refiriéndose al rey Fernando el Católico indica:

Este señor se valió de un excelente pintor de aquellos tiempos, que se llamó Pedro de Aponte, natural de la ciudad de Zaragoza. Viendo venir de Flandes y Alemania excelentes pinturas, siendo muy estimadas en España, se animó de manera en este ejercicio, que dentro de poco los igualó [...]⁸⁶⁴

De igual manera, este autor relata la continuación de la complacencia por el trabajo de los artífices del Norte de Europa en la persona de Carlos I, en este caso también justificada por la educación del monarca. Durante las diversas campañas realizadas en Italia fue acompañado de un cronista gráfico alemán:

Pasó a Bolonia a tomar la corona y cetro del imperio en tiempo de Clemente VII, y en todo este tiempo no se olvidó de honrar esta profesión, llevando consigo un pintor de nación alemana, el cual hizo ya por dibujos, ya por estampas, toda la descripción y sucesos de todas sus hazañas.⁸⁶⁵

El gusto por la pintura flamenca se refleja en el hecho de que algunos pintores flamencos fueran pintores de corte⁸⁶⁶, así como en las frecuentes adquisiciones de

⁸⁶⁴ La obra de Jusepe Martínez, de fines del siglo XVII, constituye una fuente de noticias sobre la pintura de los siglos XV-XVII. MARTÍNEZ, Jusepe: *Discursos practicables del nobilísimo arte de la pintura*, (ed., pról. y n. de Julián Gallego), Madrid, Akal, 1988, (Colección Fuentes del Arte), p. 179. En relación al autor mencionado por Jusepe Martínez, Pedro de Aponte, consúltase la nota 61 de Julián Gallego, p. 295.

⁸⁶⁵ *Ibidem*, p. 180. En la nota 63, p. 295, Julián Gallego indica que el nombre del cronista es Juan Cornelio Vermeyen, nacido en Haarlem en 1500.

⁸⁶⁶ «Van Orley (Bernard). Pintor flamenco (Bruselas c. 1488-id. 1541). En 1518 entró al servicio de Margarita de Austria, y en 1532 al de Hungría. [...] dominó la pintura bruselense de la primera mitad del siglo XVI, orientándola hacia el arte italiano [...]». *Nueva enciclopedia Larousse, op. cit.*, vol.

*El gusto por la
pintura flamenca
se evidencia en
los numerosos
encargos de este
tipo de pintura*

este tipo de pintura⁸⁶⁷. En general, tapices, vidrieras, tablas fueron trasladados paulatinamente hacia la corte española. Entre otros ejemplos, puede citarse el de *La Virgen de la mosca*, de la Colegiata de Toro. Se trata de una obra flamenca, importada entre los años 1518-1525. Se cree que la tabla pudo llegar a España con otras muchas, ya que durante la época estos envíos eran muy comunes. La preparación de esta obra se compone de carbonato cálcico aglutinado con cola animal⁸⁶⁸.

Asimismo, *La Piedad* del Museo del Prado, considerada generalmente copia de un original de Roger van der Weyden y *El Descendimiento de la Cruz* (1435) también en el Prado y original de este autor, presentan una preparación compuesta de los mismos materiales⁸⁶⁹. Esta última obra fue pintada para la Cofradía de Ballesteros de la iglesia de Santa María Extramuros (Lovaina) y en 1566 es enviada a España para Felipe II. Asimismo, las tablas del denominado Maestro de Sopetrán, posteriores a 1548, que recuerdan a Campin o a Weyden, bien pudieran proceder tanto de un maestro español que hubiera trabajado en Flandes, como de un flamenco que pudiera haber trabajado en cualquiera de las dos zonas. En todo caso, la preparación también está constituida por una fina capa de carbonato cálcico aglutinado con cola animal⁸⁷⁰.

Por otra parte, los artífices flamencos como Juan de Flandes⁸⁷¹ son influenciados por las prácticas de taller locales cuando trabajan fuera de su lugar de

10, p. 10121. DÍAZ MARTOS, A., CABRERA, J. M.: “*La Virgen de la mosca* de la Colegiata de Toro”, *Informes y trabajos del Instituto de Conservación y Restauración de obras de Arte, Arqueología y Etnología*, Madrid, 1966, 7-45. Cfr., especialmente, la p. 22.

⁸⁶⁷ Por ejemplo, en 1445 un comerciante valenciano adquirió un Van Eyck para Alfonso V de Aragón. En 1494 la administración de Valencia compró un tríptico procedente de los Países Bajos al comerciante Johan del Anell. CAMPBELL, L.: “The art market in the Southern Netherlands in the fifteenth century”, *Burlington magazine*, 1976, CXVIII, 188-198. V., especialmente, la p. 197.

⁸⁶⁸ A. Díaz Martos y J. M. Cabrera hacen referencia, en su exhaustivo estudio sobre la obra, al lote de pinturas flamencas que, para su casamiento con el infante don Juan, trajo a modo de dote doña Margarita de Austria. DÍAZ MARTOS, A. y CABRERA, J. M., *op. cit.*, p. 30.

⁸⁶⁹ CABRERA, J. M.: “*La Piedad* de Roger Van der Weyden. Análisis de laboratorio”, *Boletín del Museo del Prado*, tomo I, nº1, enero-abril 1980, 39-49. DÁVILA, M. T. y GARRIDO, C.: “Proceso de restauración del *Descendimiento de la Cruz*. Roger Van der Weyden. Museo del Prado nº cat. 2825”, *Actas del X Congreso de Conservación y Restauración de Bienes Culturales*, Cuenca, 29 septiembre-2 octubre de 1994, 231-250.

⁸⁷⁰ GARRIDO, M. C. y CABRERA, J. M.: “El dibujo subyacente y otros aspectos técnicos de las tablas de Sopetrán”, *Boletín del Museo del Prado*, nº 7, tomo III, enero-abril 1982, 15-31. V., especialmente, la p. 29.

⁸⁷¹ De la vida de Juan de Flandes se conocen escasos datos. En 1496 aparece como pintor al servicio de la reina Isabel. Su obra más importante como pintor de corte es el Políptico de Isabel la Católica,

origen. Así, las tablas de este autor pintadas a comienzos del siglo XVI para el altar mayor de la catedral de Palencia presentan una preparación de yeso y cola animal, con lo que el artista habría empleado los materiales de la zona⁸⁷². Asimismo, diversas pinturas del taller de Joos van Wassenhove producidas en Italia presentan preparaciones a base de sulfato cálcico⁸⁷³. Lo mismo ocurre con la obra de Lambert Sutris ejecutada en Italia⁸⁷⁴. Por tanto, a pesar de la utilización general de determinados materiales en los diferentes países o regiones europeas, pueden observarse determinadas excepciones que no se limitan al caso español.

*Algunos
artífices son
influenciados
por prácticas
de taller
locales cuando
trabajan fuera
de su lugar de
origen*

Pero, por otro lado y, continuando con el empleo de carbonato cálcico, se ha detectado su utilización en las preparaciones de algunas obras de pintores de origen español⁸⁷⁵ influenciados por la pintura flamenca, tanto desde el punto de vista estilístico, como material. Obras de Pedro Berruguete⁸⁷⁶ y Fernando Gallego⁸⁷⁷ constituyen notabilísimos ejemplos de esta circunstancia.

*Algunos
artífices de
origen español
emplean
carbonato
cálcico en las
preparaciones
de la pintura
sobre tabla*

Así pues, tanto la mayoría de las obras de origen flamenco⁸⁷⁸ como algunas otras creadas por maestros originarios del que actualmente constituye el territorio español presentan preparaciones de carbonato cálcico o constituidas, al menos en parte, por este material, de acuerdo a las que, en general, se empleaban en el norte y centro de Europa.

que en 1504, muerta ya la reina, queda inconcluso. Asimismo, muy probablemente, las obras del retablo de San Juan de la cartuja de Miraflores puedan atribuírsele, además de un Ecce Homo y otras del monasterio de Guadalupe. Realiza también un retablo para la capilla de la Universidad de Salamanca y otro, el de San Miguel, que actualmente pertenece al Museo Diocesano y es originario del claustro de la catedral. Igualmente, en Palencia pinta el retablo de la catedral y otro para la iglesia de San Lázaro. BERMEJO, E.: *Juan de Flandes, el poético naturalismo*, Valencia, Rayuela, 1992, (Los Genios de la Pintura Española), pp. 6-10, 74-76.

⁸⁷² THISSEN J. y VYNCKIER, J.: "Note de laboratoire sur les oeuvres de Juan de Flandes et de son école a Palencia et a Cervera", *Bulletin*, Institut Royal du Patrimoine Artistique, VII, 1964, 234-247. V., especialmente, la p. 239.

⁸⁷³ BILLINGE, R. y otros: "The methods and materials of Northern European painting 1400-1550", *National Gallery technical bulletin*, vol. 18, 1997, 6-55. Cfr., especialmente, la p. 21.

⁸⁷⁴ El autor nació en Amsterdam entre 1515 y 1520 y viajó a Italia a fines de 1530. MASSING, A.: "Technical examination of Lambert Sutris's *Diana and Acteon*", *Hamilton Kerr Institute*, nº 2, 1994, 38-46. V., especialmente, la p. 43.

⁸⁷⁵ Procedentes de las zonas que actualmente forman parte del territorio español.

⁸⁷⁶ GARRIDO, M. C.: "Contribución al estudio de la obra de Pedro Berruguete utilizando métodos físico-químicos de examen científico: *La Anunciación* de la Cartuja de Miraflores (Burgos)", *Archivo español de arte*, vol. II, nº 203, 1978, 307-322.

⁸⁷⁷ CABRERA, J. M. y GARRIDO, M. C.: "Dibujos subyacentes en las obras de Fernando Gallego", *Boletín del Museo del Prado*, nº 4, tomo II, enero-abril 1981, 27-48.

⁸⁷⁸ Ya se han constatado ciertas excepciones (Juan de Flandes).

Por otra parte, dentro de las preparaciones constituidas por carbonato cálcico, debe puntualizarse que, aunque muchas contienen como componente fundamental creta, también podrían darse algunos casos en que se hayan elaborado a partir de materiales de naturaleza muy similar, los cuales ya han sido descritos. Tal es el caso de otros tipos de caliza, constituidas también por CaCO_3 , y de la dolomía $[\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2]$ o caliza dolomítica. Así, en las preparaciones de las pinturas de Lucas Cranach no se han observado fósiles⁸⁷⁹, aunque están constituidas por carbonato cálcico, con lo que quizás no se trate de creta. Por otra parte, en algunas obras de la Escuela Suabia el material identificado fue dolomita⁸⁸⁰ $[\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2]$, mineral que en los yacimientos suele aparecer asociado al carbonato cálcico, como se indicó con anterioridad cuando se describieron estos materiales. Además, conviene señalar que algunos autores son especialmente cuidadosos y prefieren no aplicar el término «creta» a las calizas aunque éstas contengan fósiles indicando que, aunque la creta es un tipo específico de caliza que contiene fósiles, la mayoría de éstos deben ser cocolitos, aunque pueda incluir fósiles correspondientes a otro tipo de organismos⁸⁸¹.

IV. 2.1. Carbonato cálcico. Datos aportados por antigua documentación relacionados con su naturaleza, elaboración y diversas aplicaciones

Como ya se ha indicado, son diversas las fuentes de obtención de carbonato cálcico. Aunque, de acuerdo a las indicaciones de diversos tratados, alguno de estos materiales se ha empleado con el fin, por ejemplo, de elaborar pigmentos, no debe descartarse su uso en preparaciones. De hecho, como se verá posteriormente, la creta no constituye la única fuente del carbonato cálcico empleado en los estratos preparatorios, sino que textos antiguos aluden también a la utilización de cáscaras de

⁸⁷⁹ Por otra parte, el hecho de que no se hayan detectado fósiles en los estratos de preparación no implica que se haya empleado otro material distinto de la creta. El tratamiento al que debe ser sometida esta roca para su empleo como material pictórico incluye su pulverización, lo que da lugar a que las estructuras de los fósiles, en algunas ocasiones, no sean apreciadas cuando se observan muestras por microscopía electrónica de barrido (MEB).

⁸⁸⁰ BILLINGE, R. y otros, "The methods and materials of Northern European painting 1400-1550", *op cit.*, pp. 21-22.

⁸⁸¹ COLINART, S. y EVENO, M.: "Sculptures médiévales allemandes: Conservation et restauration", *Actes du colloque organisé M. Louvre*, 6-7 diciembre 1993, 159-175.

huevo y conchas de moluscos, si bien éstos pueden constituir casos de carácter más excepcional.

Asímismo, ya se ha indicado que en algunos estudios técnicos efectuados sobre obra real se ha detectado carbonato cálcico en los estratos de preparación, aunque no en forma de fósiles. Cabe, por tanto, la posibilidad de que la preparación estuviera constituida por piedra caliza u otra fuente de carbonato cálcico en lugar de creta.

Por todo ello, a continuación se realizará un breve estudio de todos estos materiales, que incluye las utilidades que los textos antiguos refieren para ellos, haciendo especial hincapié en su empleo en las preparaciones. En este sentido, las preparaciones a base de creta o calizas con fósiles serán las tratadas con mayor detenimiento, por su uso mayoritario en las preparaciones de la pintura de caballete, frente a otros tipos de carbonato cálcico.

En el siguiente esquema se recogen algunas de las diversas funciones que, de acuerdo a los antiguos tratados, han desempeñado en el campo artístico las múltiples formas de carbonato cálcico. Como se ha indicado, no se descarta el empleo, como materia prima para elaborar preparaciones, de aquellas variedades que generalmente no son incluidas para este fin en los textos.

<i>Variedad de carbonato cálcico</i>	<i>Pigmento</i>	<i>Sustrato lacas</i>	<i>Preparaciones (no pint. mural)</i>
MÁRMOL	✓	✓	
TRAVERTINO	✓	✓	
CORAL	✓		
CONCHAS DE MOLUSCOS:			
Moluscos concha externa	✓		✓
Moluscos concha interna (jibia)	✓	✓	
CÁSCARAS DE HUEVO	✓	✓	✓
CARBONATO CÁLCICO	✓	✓?	✓
SINTÉTICO			
CRETA	✓	✓?	✓

Debe indicarse que estas sustancias se han utilizado, en ocasiones, con su composición química inalterada, mientras que en otros, se han empleado como materia prima para la obtención de cal. En algunas recetas no se especifica el tipo de material del que se ha obtenido la cal. Más adelante se hará referencia a la elaboración de este material y a algunas de las funciones que desempeñó la cal en el campo del arte. Muy brevemente, asimismo, se aludirá a su empleo en pintura mural, ya que el hecho de profundizar excesivamente en este tema desvirtuaría el objeto de esta tesis.

VI. 2.1.1. Fuentes de obtención de carbonato cálcico. Algunos datos aportados por tratadistas desde la Antigüedad

El término creta ha sido aplicado en numerosas ocasiones a materiales deleznable o terrosos

El término «creta» ha sido empleado desde la Antigüedad y durante muchos siglos para referirse generalmente a materiales deleznable o terrosos, que podían presentar diversos tonos. Entre las sustancias a las que este término pudo aludir se encuentra, probablemente, el carbonato cálcico. A continuación se hace referencia a los designados con este vocablo así como a los que no han recibido este nombre pero podían estar constituidos por carbonato de calcio.

Ya Teofrasto en su lapidario *Περὶ λίθων* (sobre las piedras) (s. IV a. C) hace alusión al empleo de diversas tierras, algunas de ellas de color blanco. Entre éstas, el autor se refiere a las denominadas Samia⁸⁸² (Σαμία) y Melia⁸⁸³ (μηλίαζ), siendo la última, según Teofrasto, utilizada por los pintores. D. E. Eichholz, comentarista de este texto, señala que la tierra Melia se compone de sustancias como sílice blanca o caolín, o bien la mezcla de ambos y la Samia estaría compuesta de caolín⁸⁸⁴. Aunque Plinio también se refiere a ellas (*Naturalis Historia*, s. I d. C.) y llega a identificar ambos materiales, de acuerdo a Bailey, comentarista de este autor, la primera podría

⁸⁸² Probablemente esta tierra provenía de Samos, isla griega en el mar Egeo, cercana a Turquía. «Romana en 133 a. J. C., e independiente desde Augusto hasta Vespasiano, fue bizantina y genovesa (ss. XIV-XV)». *Nueva Enciclopedia Larousse, op. cit.*, vol. 9, p. 8832.

⁸⁸³ Ya se indicó con anterioridad que la tierra Melia procedía de la isla de Melos o Milo (Cícladas). *Nueva Enciclopedia Larousse, op. cit.*, vol. 7, p. 6559.

⁸⁸⁴ THEOPHRASTUS, *op. cit.*, IX. 61-63, pp. 80-83 y n. pp. 129-131, VIII, 53, p. 77. V. otras indicaciones del autor respecto a estos materiales en las pp. 13, 22- 25.

contener ciertas cantidades de carbonato cálcico, aunque también apunta hacia otras posibilidades. De acuerdo a Plinio, la tierra Samia se emplearía con fines terapéuticos, mientras que la Melia (como ya había puesto de manifiesto Teofrasto) se utilizaba como pigmento. Según Plinio, el Melinum griego (tierra Melia) y otras sustancias (tierras amarilla y roja) podían mezclarse para elaborar la sustancia denominada «leucophorum», que se utilizaba con el fin de adherir las láminas de oro sobre las tablas, como ya se ha indicado⁸⁸⁵. También Vitrubio en *De Architectura libri decem* (27 a. C.) se refiere a la tierra Melia como un pigmento blanco utilizado en pintura⁸⁸⁶. Por otra parte, este último autor alude al empleo de «creta» (quizás un material calizo) para elaborar una laca púrpura, con rubia e hisgino⁸⁸⁷ y el denominado «sil atticum» u ocre ático, con violetas amarillas y tierra Erétrica⁸⁸⁸. El índigo se preparaba con esta planta o con glasto⁸⁸⁹ y «creta selinusia»⁸⁹⁰. Esta tierra

⁸⁸⁵ BAILEY, K. C., *op. cit.*, parte II, XXXV, secc. 17. 36 y 19. 37, p. 83 y n. 36 y 37, pp. 212-213, XXXV, cap. VII. secc. 31. 49 y 50, pp. 90-91, n. 49 pp. 221-223, liber XXXV, cap. XCI. secc. 53. 191, pp. 106-107 y n. 191 pp. 240-241, XXXV, sect. 56. 194, p. 109, n. 194 p. 241. San Isidoro, como Plinio, también refiere, entre otros, los usos terapéuticos de la tierra Samia. SAN ISIDORO DE SEVILLA, *op. cit.*, tomo II, libro XVI, 1, 7, pp. 262-263. Plinio señala que una tierra de características similares a la Samia es la denominada «chia terra». BAILEY, K. C., liber XXXV, secc. 56, 194, pp. 108-109 y n. 194 p. 241. Otras tierras de color blanco aludidas por los autores clásicos y designadas con el vocablo «creta» se aportan a continuación. Bailey subraya que el el vocablo «creta» no siempre designa en el texto de Plinio el material que actualmente corresponde a este término. Según Bailey, la «creta cimolia» citada por Plinio es, en realidad, cimolita, constituida por silicato de aluminio hidratado. *Ibidem*, parte II, liber XXXV, cap. XVII. secc. 57. 195, pp. 108-111 y n. 195, p. 243. Como Plinio, Dioscórides se refiere también a las dos variedades de esta tierra cimolia, blanca y purpúrea. DIOSCÓRIDES, Pedacio, *op. cit.*, cap. CXXXIII, p. 400. Ya antes Teofrasto se había referido a esta tierra. V. THOPHRASTUS, *op. cit.*, X. 61, pp. 80-81. San Isidoro también menciona esta sustancia. Cfr. SAN ISIDORO DE SEVILLA, *op. cit.*, tomo II, 1, 6, pp. 262-263. Asimismo, la «Eretria creta», es una tierra blanca que, según Bailey, tendría un alto contenido en magnesio, pudiendo estar constituida por magnesita (MgCO₃). BAILEY, K. C., *op. cit.*, parte II, XXXV, secc. 21, pp. 84-85 y n. 38, p. 214, liber XXXV, secc. 19. 37, pp. 82-83 y n. 37 p. 213, liber XXXV, secc. 54. 192, pp. 106-109, y n. 192 p. 241. Dioscórides menciona también este material en DIOSCÓRIDES, Pedacio, *op. cit.*, cap. CXXVIII, p. 399. Según Plinio y Dioscórides la tierra denominada «Pnigide» es similar a la «Eretria». BAILEY, K. C., parte II, liber XXXV, secc. 56. 194, pp. 108-109 y n. 194, p. 242 y DIOSCÓRIDES, Pedacio, *op. cit.*, cap. CXXXIV, p. 400.

⁸⁸⁶ VITRUVIUS (1970), *op. cit.*, (VII; VII, 3), pp. 112-113.

⁸⁸⁷ El comentarista de la edición española de Vitrubio indica que podría identificarse el «hysginum» con alheña, es decir, ligustro. Sin embargo, Frank Granger identifica esta sustancia con carmín. VITRUVIO POLIÓN, Marco (1987), *op. cit.*, (VII, XIV, 55) p. 187 y VITRUVIUS, (1970), *op. cit.*, (VII, XIV, 1) p. 127.

⁸⁸⁸ *Ibidem. Ibidem.*

⁸⁸⁹ La hierba pastel, o glasto, cultivada en suelo europeo durante la Edad Media, era la *Isatis Tinctoria* que, como el añil, proporcionaba un colorante azul. Su importación a Castilla, desde los centros de producción de Champaña y Auvernia, consta en un memorial que refiere las mercancías importadas por Castilla alrededor de 1560. BRUMONT, F.: «El comercio exterior castellano a mediados del siglo XVI: Un memorial de las mercaderías que entran en el Reyno», en *Castilla y Europa*.

presentaba color blanco. Aparece también en textos de Plinio y Dioscórides (*De materia medica*, siglos I-II d. C.). No obstante, Bayley indica que la utilización de este material resulta dificultosa⁸⁹¹. Pedacio Dioscórides también alude a las tierras Samia y Melia, como Plinio y Teofrasto. De la primera, entre otros datos, indica que es mejor escoger la más blanca. De la Melia, como los autores referidos, señala que era utilizada por los pintores. También Dioscórides, como Plinio, se refiere a la similitud entre las tierras Samia y Chía⁸⁹².

Son numerosas las referencias que a lo largo de la historia han aportado los diversos autores relativas a las distintas fuentes de obtención del carbonato cálcico. A continuación, y a modo de ejemplo, se aportan algunas de ellas.

En la Antigüedad, la mayoría de las alusiones a la piedra caliza establecen una relación directa con la elaboración de cal; por tanto, están vinculadas al ámbito de la construcción, de la misma manera que ocurría con el yeso. Ya Teofrasto se

Comercio y mercaderes en los siglos XIV, XV y XVI, (ed. por Hilario Casado Alonso), Burgos, Excma. Diputación Provincial de Burgos, V Centenario de la Fundación del Consulado del Mar de Burgos, 1995, 179-190, p. 187. Mucho antes, sin embargo, durante el siglo XI, es posible que la ciudad de Toledo hubiera sido el proveedor de toda España, si pueden interpretarse en este sentido las palabras de Abu 'Ubayd al- Bakri, que indica: «El azafrán de Toledo cubre el país, y se provee de él a las zonas más lejanas; lo mismo ocurre con el tinte azul celeste.». ABU 'UBAYD AL-BAKRI: *Geografía de España*, (s. XI, del texto actual introd., trad., n. e ind. por Eliseo Vidal Beltrán), Zaragoza, Anúbar, 1982, (Textos Medievales 53), p. 25. El comentario que Andrés de Laguna realiza en 1555 sobre la *Materia medica* de Dioscórides constata la existencia ya en la época de este último autor, del glasto doméstico y del salvaje. Por otra parte, Andrés de Laguna, refiriéndose al glasto doméstico, indica que es la planta a partir de la cual se fabrica el pastel para teñir. Se refiere a diversos lugares de procedencia: «[...] Francia, por toda la Languedoc, y en Alemania por el territorio de Erphordia. Sembráronla también los Fúcaros en cierta parte de la India, de donde se les recreció no vulgar ganancia». Respecto al tratamiento que recibía la planta, refiere: «Los artífices del pastel, habiendo muy bien majado esta yerba verde, la exprimen, y de toda la sustancia que sale de ella, hacen ciertas pastas muy grandes; las cuales después curan sobre unos tablados al sol, y curadas, las guardan para las tinas». Es posible, si Laguna no está equivocado, que a partir del glasto también se fabricara el pigmento ya que, continúa Laguna, «Hácese del glasto el índico, que es como flor de pastel, del cual usan los pintores para dar el azul oscuro, y para otros muchas colores, porque mezclando con oropimente hace graciosísimo verde». DIOSCÓRIDES, Pedacio, *op. cit.*, cap. CLXXVI, p. 186. Algunos autores refieren también su cultivo, durante la Edad Media, en el país valenciano. GUAL CAMARENA, M., *op. cit.*, p. 385.

⁸⁹⁰ VITRUVIUS, (1970), *op. cit.*, (VII, XIV, 2), pp. 127-129. V. VITRUVIO POLIÓN, Marco (1987), *op. cit.*, (VII, XIV, 57), p. 187. Esta tierra es mencionada, asimismo por Plinio, como se verá más adelante.

⁸⁹¹ V. BAILEY, K. C., *op. cit.*, parte II, liber XXXV, secc. 56. 194, pp. 108-109 y n. 194, pp. 241-242 y DIOSCÓRIDES, Pedacio, *op. cit.*, cap. CXXXII, p. 400.

⁸⁹² Dioscórides indicaba que la tierra Samia se empleaba para pulir el oro. DIOSCÓRIDES, P., *op. cit.*, cap. CXXIX-CXXXI, CXXXVII, pp. 399-400.

refiere a la obtención de cal («kovía») a partir de la piedra «μάρμαρος» (marmaros). Como indica D. E. Eichholz, traductor al inglés y comentarista del texto de Teofrasto, a pesar de emplear este término, es posible que el autor se esté refiriendo al uso de una piedra caliza en general y no específicamente al mármol⁸⁹³.

La mayoría de las antiguas alusiones a la piedra caliza establecen una relación directa con su empleo a modo de materia prima en la elaboración de cal

Por su parte, Vitrubio diferencia dos tipos de piedra para la obtención de cal: una dura y compacta, útil para la construcción, y otra más porosa para los enlucidos⁸⁹⁴. La extraordinaria influencia de los textos de este autor en la práctica totalidad de los tratadistas de siglos venideros queda patente en los tratados, ya que numerosos autores insistirán en los dos tipos de piedra referidas. Este hecho refleja el mantenimiento de las tradiciones a lo largo de los siglos y la profusa lectura de los autores clásicos por parte de autores de épocas posteriores.

Plinio ratifica las palabras de Vitrubio en cuanto a los tipos de piedra caliza y su dureza, además de sus diversas utilidades. También se refiere a las variedades de piedra empleados en la elaboración de cal, de las que depende su calidad:

Calcem e vario lapide Cato censorius inprobat; ex albo melior. [...] Utilior eadem effosso lapide quam ex ripis fluminum collecto, utilior e molari, [...]. Mirum aliquid, postquam arserit, accendi aquis. [Catón el Censor reprueba la cal fabricada con piedras de varios colores: es mejor la fabricada con piedra blanca. [...] La cal de piedras extraídas del subsuelo es mejor que la de piedras recogidas en los ríos; también es preferible la fabricada con piedras de moler [...]. Resulta sorprendente que algo, tras haber sido calcinado, pueda arder al contacto con el agua. [...]]⁸⁹⁵

Pedacio Dioscórides en su *De materia medica* (s. I-II d. C.) incluye entre los materiales empleados en la fabricación de cal conchas de moluscos, mármol y guijarros de río⁸⁹⁶.

Carbonato cálcico de origen animal

⁸⁹³ THEOPHRASTUS, *op. cit.*, II. 9, pp. 61 y 95. La piedra caliza se empleó también para elaborar sarcófagos. V., asimismo, las pp. 34, 85, 132-133.

⁸⁹⁴ VITRUVIUS, (1970), *op. cit.*, vol. 1, (II, V, 1), pp. 96-97.

⁸⁹⁵ BAILEY, K. C., *op. cit.*, liber XXXVI, secc. 53. 174, pp. 138-139. PLINIO EL VIEJO: *Lapidario*, (pref., trad., y n. de Avelino Domínguez García e Hipólito-Benjamín Riesco), Madrid, Alianza, 1993, [174], pp. 124-125. Plinio se refiere también a la obra de Catón el Censor (*Sobre la agricultura*, 38, 2), indicando que este autor está en contra de elaborar cal con caliza de diversos colores.

⁸⁹⁶ DIOSCÓRIDES, P., *op. cit.*, cap. XCI, p. 391.

San Isidoro de Sevilla coincide con Vitrubio y Plinio en cuanto a la dureza de las piedras para elaborar la cal y sus aplicaciones⁸⁹⁷.

El texto denominado *Mappae Clavicula*⁸⁹⁸ (s. XII) concuerda también con la existencia de los dos tipos de piedra empleados para elaborar cal, así como con la utilización de las piedras duras en construcción y las más blandas como enlucido⁸⁹⁹.

El *Lapidario* de Alfonso X el Sabio hace referencia a diversas piedras calizas, entre las que se encuentra la «piedra que tiene nombre annora»⁹⁰⁰, «la piedra que atrae el vino»⁹⁰¹ y «la piedra que arranca las uñas»⁹⁰², de las que puede extraerse cal⁹⁰³.

Algunos textos italianos, como el *Trattato di architettura* (c. 1451-1464) de Antonio Averlino describen minuciosamente algunos de los tipos de piedra más empleados para elaborar cal. Este autor incluye las piedras de río (las del río Adda) y las de monte (en Milán), de las que indica deben desmenuzarse bien para lograr una cocción adecuada. Este autor hace también alusión a una piedra que se denomina «alberese», de la que en Florencia se hacía cal de calidad. En Padua existía una piedra similar a ésta⁹⁰⁴. Leon Battista Alberti en *De re aedificatoria*, (1485) alude a las referencias de los antiguos respecto al empleo de la piedra dura y la extraída del subsuelo en la elaboración de cal⁹⁰⁵. Andrea Palladio, en *I quattro libri dell'architettura* (1570), describe los materiales calizos empleados para preparar la cal. El autor se refiere a la piedra muy fuerte y blanca, extraída de los montes, como la más idónea para este fin, que además debe perder un tercio de su peso en la cocción. También considera que la de los ríos proporciona cal de calidad idónea para revocos por su blancura. Según este autor y de la misma manera que Plinio o Pseudo-Juanelo Turriano cuyas indicaciones serán aportadas a continuación, es mejor la piedra que

⁸⁹⁷ SAN ISIDORO DE SEVILLA, *op. cit.*, tomo II, libro XVI, 3, 10, p. 269.

⁸⁹⁸ Este tratado constituye, según Silvia Bordini en *Materia e Imagen*, una copia del siglo XII de textos de ambiente anglosajón de los siglos X-XI. V. BORDINI, S., *op. cit.*, p. 31.

⁸⁹⁹ SMITH, C. S. y HAWTHORNE, J. G., (1974), *op. cit.*, p. 67.

⁹⁰⁰ ALFONSO X EL SABIO, *op. cit.*, 19, p. 34.

⁹⁰¹ *Ibidem*, 73, pp. 63-64

⁹⁰² *Ibidem*, 140, p. 96.

⁹⁰³ V., asimismo, *ibidem*, 49, p. 49, 56, p. 53, 66, p. 60 y 108, p. 80.

⁹⁰⁴ AVERLINO, Antonio, (1972), *op. cit.*, pp. 65-66. AVERLINO, Antonio, (1990), *op. cit.*, p. 71.

⁹⁰⁵ ALBERTI, Leon Battista, *op. cit.*, pp. 116-117.

ha estado enterrada que la que se encuentra a la intemperie. Igualmente, Palladio indica que la caliza más esponjosa es muy útil para los enlucidos. Desecha, por otra parte, la que contiene otras sustancias⁹⁰⁶.

Pero dentro de los tratadistas españoles, Pseudo-Juanelo Turriano es uno de los autores que más detalladamente describe las diversas variedades de piedra caliza empleadas en la fabricación de cal. En su obra *Los veintiún libros de los ingenios y de las máquinas* (fines s. XVI) se observa claramente que sus textos no escapan a la influencia de los clásicos.

Referencias de Pseudo-Juanelo Turriano a los tipos de piedra para elaborar cal

Este autor hace alusión, como los «antiguos Arquitectos» —en palabras del autor—, al empleo de una piedra más dura en construcción y otra más esponjosa para enlucidos. Asimismo, se refiere, como Plinio, a la fabricación de la cal a partir de las piedras con que se elaboran las muelas de molino; no obstante, sobre esta indicación matiza que no todas son buenas para este fin. También señala que es buena la piedra extraída del subsuelo⁹⁰⁷.

Y sobre los diversos tipos de caliza y sus calidades indica:

Diversas son las piedras de que se haze calcina son diversas opiniones acerca de la piedra de que se haze la calçina unos dicen que quanto mas es dura la piedra que es muy mejor la calçina, otros son de contraria opinion que es muy mejor la cal quando es hecha de una piedra que es medianamte. dura y que ella se cueze muy mejor y q' cuando es muy dura que nunca acaba de cozer y quedan ciertas piedras que no se cuezen y despues de puesta la cal en obra que entonçes se va deshaziendo en polvos estas piedras. [...] yo he visto hazer calcina de unas piedras de los rios blancas, que son redondas las quales piedras son maravillosas y no son mayores que el puño [...] q' la cal que es hecha de piedra caracolina no vale nada [...] la cal que fuere hecha de piedra tosca y que participe de vidrieña es calcina muy aspera, la calcina que fuere hecha de piedra de pedernal sera muy maravillosa de buena [...]

⁹⁰⁶ PALLADIO, Andrea: *Libros I y III de Palladio* (ed. princ. 1550, trad. por F. Praves en Valladolid, por Ivan Lasso, 1625, reprod. facs. de ésta con est. introductorio de J. Ribera), Valladolid, Colegio Oficial de Arquitectos, 1986, libro primero, cap. V, pp. 3-4. Otras ediciones: PALLADIO, Andrea: *Los cuatro libros de arquitectura*, (reprod. facs. del libro *Los cuatro libros de arquitectura*, Madrid, Imprenta Real, 1797, trad. e il. con n. de Joseph Francisco Ortiz y Sanz), Barcelona, Alta Fulla, 1987, libro primero, cap. V, pp. 6-7, PALLADIO, Andrea: *Los cuatro libros de arquitectura*, (trad. del italiano por Luisa de Aliprandini y Alicia Martínez Crespo, int. de Javier Ribera), Madrid, Akal, 1988, libro primero, cap. V, pp. 56-57.

⁹⁰⁷ TURRIANO, Pseudo-Juanelo, *op. cit.*, vol. II, pp. 467-468.

Las piedras que son blanquinosas de color mortezino, no es del todo buena [...] Las piedras que participan de tierra que consigo la tengá a mezcla no valen nada para hazer calzina por causa que no sale limpia.

908

Referencias de
Fray Laurencio
de San Nicolás a
los tipos de
piedra para
elaborar cal

Fray Laurencio de San Nicolás en el *Arte y uso de architectvra* (1633 y 1664) describe los tipos de piedra caliza y lugares en que se emplean para elaborar la cal. Como los autores ya referidos, subraya que la mejor piedra es la más dura:

Ha de ser de la piedra mas dura, y solida: y en que sea assi concuerdan todos los Autores [...] mas en esto deues sujetarte en la tierra que estuuieres, a la experiencia que sus habitantes tienen en el hazerla. Comunmente la piedra mejor es vna blanca, y muy pesada, y fuerte, y assi sale la cal para los edificios. [...] En Francia se haze cal de canto pelado de rios, y en Granada se haze de los guixarros de los rios Genil, y Darro; y cuece vn horno seis dias con sus noches, y nueue, y llaman al dia una hora, y a la noche otra [...] y se cuece tambien cal de guixarro en algunas partes de España, demas de lo dicho, y es cal muy fuerte.⁹⁰⁹

Benito Bails,
como los autores
anteriores, se ve
influenciado por
los clásicos

Benito Bails en su tratado *De la architectua civil* (1796) remite a Vitrubio, Alberti y Palacio para concordar con ellos y afirmar que la mejor piedra para elaborar cal es la más dura, destacando las piedras de pedernal de las montañas, los guijarros de los ríos y, especialmente el mármol. La piedra más esponjosa se emplearía para enlucidos⁹¹⁰.

Juan de Villanueva en su *Tratado de Albañilería* (fines del s. XVIII) si bien alude a la cal como a un material que resulta de cierto género de piedras, no especifica las calizas más utilizadas⁹¹¹.

Los textos del
siglo XIX ya
clasifican las
calizas de
manera similar a
como se realiza
en la actualidad

Los textos del siglo XIX que se refieren a la albañilería y, en concreto, a la elaboración de cal difieren, con mucho, de los escritos en siglos precedentes, ya que generalmente distinguen entre los distintos tipos de material calizo, de forma similar a la clasificación que aún hoy en día se mantiene. A modo de ejemplo, pueden citarse, el *Manual de construcciones de albañilería* (1859), de P. C. Espinosa y el

⁹⁰⁸ *Ibidem*, p. 467.

⁹⁰⁹ SAN NICOLÁS, Fray Laurencio de, *op. cit.*, vol. I, p. 36v.

⁹¹⁰ BAILS, B., *op. cit.*, 369, pp. 168-169.

⁹¹¹ VILLANUEVA, Juan de, *op. cit.*, p. 58.

Manual de albañilería (1863) de F. B. y B., que constituyen compendios sobre el tema, destacando fundamentalmente el primero como texto verdaderamente erudito, entre otros coetáneos españoles. Entre los distintos tipos de piedra caliza mencionados, estos textos incluyen la «sacaroidea» o mármol, «magnesia» o «dolomía» (que presenta, según los autores, proporciones de cal y magnesia similares), «caliza fétida» (de grano compacto), «oolítica» (que describen como compuesta de partículas redondeadas y restos de cuerpos orgánicos del tamaño de un alfiler), «pisolítica»⁹¹² (como la anterior pero constituida por granos de mayor tamaño), «margosa» (compuesta de cal y arcilla, que da lugar a las cales hidráulicas) y creta (caliza blanca terrosa y deleznable)⁹¹³.

Ventura Ferrada, en su *Tratado elemental de las rocas* (1868), establece una clasificación muy similar, que incluye «caliza pura» o «sacaroidea» (definida como la más dura), «compacta» (compuesta de arcilla, sílice y magnesia), «oolítica» (constituida por pequeños granos redondos del tamaño de la cabeza de un alfiler), «pisolíticas» (granos de tamaño superior al de los huevos de paloma), «grosera» o «basta», (integrada por fragmentos de conchas trituradas en cemento calizo, blanda), «terrosa» (aparece en los depósitos conocidos con el nombre de toba) y «marga», (que contiene gran cantidad de arcilla). Otras denominaciones aportadas por el autor son «caliza heladiza», descrita como aquella que conserva la humedad de la cantera y «franca», escasamente pura⁹¹⁴.

Ricardo Marcos y Bausá alude, entre otras, a la «caliza compacta», definida como de grano fino, denominándose «margosa» cuando entra la arcilla en su composición, a la variedad «silíce», en la que predomina la sílice y a la terrosa que, según el autor, presenta color amarillento y sucio y contiene restos de conchas fácilmente apreciables⁹¹⁵.

Entre los tipos de piedra caliza, el mármol ha sido un material muy apreciado desde la Antigüedad, empleándose de manera continuada a lo largo de la historia con diversos fines. Además de su uso como piedra ornamental y para la ejecución de esculturas, hay que destacar su empleo como materia prima para la fabricación de cal y su aplicación en la elaboración de estucos. Entre los autores que lo mencionan se encuentra, como se ha indicado, Teofrasto de Éreso, que utiliza el término

Entre las calizas, el mármol ha sido un material muy apreciado desde la Antigüedad

⁹¹² Ésta no es mencionada por F. B. y B.

⁹¹³ ESPINOSA, P. C., *op. cit.*, pp. 2-3. F. B. Y B., *op. cit.*, p. 21.

⁹¹⁴ FERRADA, Ventura, *op. cit.*, pp. 57-58.

⁹¹⁵ MARCOS Y BAUSÁ, R., *op. cit.*, pp. 30-31.

«μαρμαροζ» para la piedra caliza en general, entre la que quizás se encontrara el mármol⁹¹⁶.

*El mármol fue
empleado en la
aplicación de
enlucidos*

Vitrubio se refiere ya al mármol con un término específico para el material («marmor») e indica que su aspecto es similar al de la sal. En la elaboración de estucos, Vitrubio señala que la pared se preparaba, primeramente, mediante la «trullisario» o primera mano, constituida por cal, arena y ladrillo, que servía para igualar la superficie. A continuación, se aplicaban tres manos de mortero común, constituido por cal y arena. Por último, se dan tres capas de cal y polvo de mármol. En los territorios que carecieran de yacimientos de mármol, este autor recomienda el empleo de los restos de la actividad de los escultores, que simplemente se molían y cribaban para obtener tres tamaños de grano diferentes, con el fin de aplicar los tres enlucidos referidos, de grueso a más fino. El mármol, según este autor, también se empleó en pavimentos⁹¹⁷.

Plinio se refiere a las numerosas clases de mármol existente, entre los que se encuentran el blanco de Paros y Luna⁹¹⁸, así como a su utilización por los escultores y como material para enlucidos; en este último caso se usaba aplicando tres manos de cal y arena y dos de polvo de mármol⁹¹⁹. Asimismo, da fe de la profusa utilización de este material, cuando se refiere a la extracción de grandes cantidades en los Alpes:

[...] hoy esos montes son cortados en bloques de mármol de mil clases [...] se construyen barcos para transportar esos mármoles, las cumbres de esos montes son llevadas de un sitio para otro a través del oleaje del mar [...].⁹²⁰

⁹¹⁶ Como ya se ha indicado, el traductor del texto de Teofrasto al inglés indica que, con toda probabilidad, el término incluiría todas las calizas, incluso el mármol. V. THEOPHRASTUS, *op. cit.*, II. 9., pp. 60-61, 95. Además Teofrasto se refiere a los mármoles de Paros, Pentelicus y Chios. V. *ibidem*, I. 6., p. 59 y n. en p. 92.

⁹¹⁷ VITRUVIUS, (1970), *op. cit.*, (VII, III, 6), pp. 92-93, (VII, VI, 1), pp. 110-111. VITRUBIO POLIÓN, Marco, (1987), (VII, III, 13), pp. 172-173, (VII, VI, 31), p. 181. Para la aplicación de enlucidos en zonas húmedas v. *ibidem*, libro (VII, IV), pp. 176-178. V., asimismo, GUEVARA, Felipe de, *op. cit.*, p. 166-171. Este autor indica que, en lugar de mármol, podían emplearse guijarros blancos quemados, molidos y cernidos.

⁹¹⁸ PLINIO EL VIEJO, (1993), p. 49. Los comentaristas al texto de Plinio señalan que Paros es una isla de las Cícladas e identifican Luna con Carrara.

⁹¹⁹ *Ibidem*, pp. 45-50, 70-74, 125.

⁹²⁰ *Ibidem*, p. 44.

Pedacio Dioscórides, coetáneo de Plinio, describe el mármol como el mejor material empleado en la fabricación de cal viva, comparándolo con conchas de bocinas marinas⁹²¹ y guijarros de río. De ello se deduce que, aunque en la época se desconocía la composición química de este conjunto de materiales, sus propiedades se estimaban comunes a todos ellos de modo que, practicando un mismo tratamiento, podía fabricarse cal⁹²².

Algunos autores se refieren a la utilidad del mármol en la elaboración de cal

San Isidoro de Sevilla, en sus *Etimologiae* (s.VII), como Plinio, menciona numerosas clases de mármol («marmor»), así como los lugares de los que procede e indica su uso a modo de revestimiento de edificios y pavimentos⁹²³. También Leon Battista Alberti hace referencia a este empleo tan común⁹²⁴.

El autor de la obra *Mappae Clavicula* (s. XII) se refiere a su empleo en construcción como materia prima para la producción de cal⁹²⁵.

Antonio Averlino “Filarete” igualmente indica que en su época se producía cal a partir de mármol, hecho que él mismo había constatado en Roma, aunque no le parece que el producto resultante sea de buena calidad⁹²⁶. Este autor hace también alusión a las diferentes clases de mármoles de acuerdo a su aspecto (color), lugar de extracción y aptitud para ser trabajados⁹²⁷. Otra utilidad que señala Antonio Averlino para el mármol, dentro del ámbito artístico, es su empleo, molido finamente y mezclado con cal (no especifica el material de partida utilizado en la elaboración de

También se empleó polvo de mármol para adherir las teselas de los mosaicos

⁹²¹ Bocina: Caracol marino. Definición en *Nueva Enciclopedia Larousse*, op. cit., vol. II, p. 1241.

⁹²² DIOSCÓRIDES, Pedacio, op. cit., cap. XCI, p. 391.

⁹²³ SAN ISIDORO DE SEVILLA, op. cit., tomo II, libro XVI, 5, 1-18, pp. 276-279.

⁹²⁴ ALBERTI, Leon Battista, op. cit., pp. 269, 307.

⁹²⁵ «Ahora fabricamos cal mediante la calcinación de la dura piedra blanca (cal) o travertino o la piedra blanca [...] de río también o la roja o la esponjosa o, para terminar, mármol». Traducción al castellano por la autora del presente estudio. El texto, en inglés, puede consultarse en HAWTHORNE, J. G. y STANLEY SMITH, C., (1974), op. cit., 254, p. 67.

⁹²⁶ «Las piedras que no son buenas para hacer cal, aunque en algún lugar se haga todavía, son los mármoles. De ellos la he visto hacer en Roma y ha sido por dos razones: porque allí los había en abundancia y también porque, habiendo llegado Roma a una carencia extrema de cosas y de ánimos gentiles, en estos tiempos nuestros se han consumido edificios dignos en gran cantidad y los han deshecho y hecho cal de ellos, sólo por la miseria de no enviar por ella a los lugares en que las hay, a pesar de que hay mucha no muy lejos [...] Creo que si regresaran aquellos que utilizaron el mármol con tal dispendio y magnificencia [...] y vieran que no sólo no los han conservado [...] los arrojarían a un horno ardiente junto con aquellas noblísimas estatuas que desmenuzaban para hacer cal». AVERLINO, Antonio, (1990), op. cit., p. 71.

⁹²⁷ *Ibidem*, p. 72.

ésta) para adherir las teselas de los mosaicos⁹²⁸. Según Giorgio Vasari fue empleado tanto para esta finalidad como en forma de teselas⁹²⁹.

El mármol se utilizó en la elaboración de un material para realizar objetos en relieve

Vasari en su obra *Le Vite de' più eccellenti Architetti, Pittori e Scultori Italiani...* (1550), hace referencia a la existencia de mármol blanco y amarillo en todo el Oriente y Grecia. Alude también el autor al procedente de Carrara y a la variedad de mármoles existentes⁹³⁰. Según Vasari, el estuco empleado en las construcciones se elaboraba machacando polvo de mármol o travertino y mezclándolo con cal (2/3 de cal y 1/3 de mármol molido)⁹³¹. También indica que la cal del estuco es de mármol travertino. De acuerdo a Vasari, podía emplearse estuco blanco para elaborar cornisas o figuras. Asimismo, podían emplearse moldes de madera, cóncavos, que imprimían la forma deseada sobre el material⁹³². Este autor también refiere la utilización de mármol en el campo de la escultura⁹³³.

De igual manera, en el manuscrito denominado *Secreti diversi*, más conocido como *Manuscrito Marciano* (s. XVI), se cita el empleo para modelar figuras de un material resistente al agua, obtenido por mezcla de mármol fino («marmo fino»), cal apagada («calcina spenta») y agua⁹³⁴. Este estuco fue muy difundido, de lo que han dejado constancia algunos escritos de la época, tal como indica Merrifield en sus notas al texto⁹³⁵. Francisco de Holanda se refiere, asimismo, a la elaboración del «estuche», definido como «pintura de baxo relevo» en base al empleo de polvo de marmol, cal y puzzolana⁹³⁶. Antonio Palomino, refiriéndose a este «estuche» indica:

[...] porque de la cal, y mármol se viene a hacer cierta especie de estuche, como lo gastan los estuquistas, que fingen con él estatuas de

⁹²⁸ *Ibidem*, p. 373.

⁹²⁹ VASARI, G., (1986), *op. cit.*, cap. VI, pp. 39-40, cap. XXX, pp. 77-79. VASARI, G., (1998), *op. cit.*, cap. VI, pp. 89-91, cap. XXX, pp. 126-127.

⁹³⁰ *Ibidem*, cap. I, pp. 24-26. *Ibidem*, cap. I, pp. 74-76.

⁹³¹ *Ibidem*, cap. IV, pp. 36-37. *Ibidem*, cap. IV, pp. 87-88.

⁹³² *Ibidem*, cap. XIII, pp. 55-56. *Ibidem*, cap. XIII, pp. 104-105.

⁹³³ Giorgio Vasari se refiere ampliamente al empleo de mármol en escultura. Cfr. *Ibidem*, cap. VIII, pp. 43-45. *Ibidem*, cap. VIII, pp. 93-98.

⁹³⁴ MERRIFIELD, *op. cit.*, vol. II, pp. 638-639.

⁹³⁵ *Ibidem*, pp. vol. II, 638-640.

⁹³⁶ HOLANDA, Francisco de, *op. cit.*, cap. XXXXIII, p. 204.

mármol, y otras cosas, que engañan en el tacto, pulimento, frialdad, y dureza.⁹³⁷

Celedonio Nicolás de Arce y Cacho en sus *Conversaciones sobre la escultura* (1786) se refiere a la elaboración del estuco. Éste debía aplicarse en dos fases. En la primera el estuco, denominado «tosco», estaba constituido por 1 parte de cal, dos de yeso y tres de arena. A continuación se aplicaba el «fino», elaborado con cal muy blanca, mármol blanco y yeso blanco o espejuelo. De acuerdo a este autor este estuco se pulía⁹³⁸.

Andrea Palladio, en su obra *I quattro libri dell' architettura* (1570) no menciona el empleo de mármol como materia prima en la elaboración de cal. Únicamente refiere su empleo como piedra utilizada en la construcción de muros⁹³⁹.

A pesar de que algunos autores no hagan referencia al empleo de mármol en la elaboración de cal, la tradición de su uso llega incluso al siglo XX. Benito Bails, como se ha indicado, indica que la mejor cal se obtenía a partir de mármol⁹⁴⁰. Aún Manuel Sáenz y García en su *Manual teórico-práctico del pintor, dorador y charolista* (1902) subraya que del mármol blanco se obtiene la cal de mayor blancura⁹⁴¹.

La tradición del empleo de mármol en la elaboración de cal llega al siglo XX

En el siglo XIX los textos que aluden al material diferencian los diversos tipos existentes, si bien las referencias que aportan remiten aún, en algunos casos, a la Antigüedad. P. C. Espinosa, ya en el siglo XIX, alude al material con la denominación «caliza sacaroidea», y señala que es la más pura y blanca, empleándose en obras de escultura. Según el autor los mejores yacimientos son los de Génova y Carrara⁹⁴². F. B. y B. pone, asimismo, de relieve su empleo en este ámbito del arte⁹⁴³. Ricardo Marcos y Bausá indica que tanto el término «mármol» como la denominación «caliza sacaroidea» se refieren al mismo material, y prefiere entre éstos el de Carrara. Este autor hace alusión a diversos tipos de mármoles y,

⁹³⁷ PALOMINO DE CASTRO Y VELASCO, Antonio, *op. cit.*, tomo II, libro VII, cap. IV, VI, p. 279.

⁹³⁸ ARCE Y CACHO, Celedonio Nicolás de, *op. cit.*, pp. 451-452.

⁹³⁹ PALLADIO, Andrea, (1988), *op. cit.*, p. 54.

⁹⁴⁰ BAILS, B., *op. cit.*, 369, p. 168.

⁹⁴¹ SÁENZ Y GARCÍA, Manuel, *op. cit.*, p. 12.

⁹⁴² ESPINOSA, P. C., *op. cit.*, p. 2.

⁹⁴³ F. B. Y B., *op. cit.*, p. 21.

entre otros, cita el alabastro calizo⁹⁴⁴. Ventura Ferrada define el material de forma muy similar a los autores anteriores y remite, como ya lo había hecho Plinio, a los procedentes de Paros y Carrara⁹⁴⁵.

*El mármol se
empleó en la
elaboración de
pigmentos*

Dejando al margen su utilización como materia prima en estucos y el campo de la escultura, dentro del ámbito de la pintura son frecuentes las alusiones al mármol para elaborar pigmentos. Existen recetas ya del siglo XII que mencionan su empleo con índigo⁹⁴⁶. En el siglo XV, el autor anónimo del *Libro dei colori* o *Manuscrito Boloñés* alude al uso de este material en la elaboración de diversos pigmentos azules. En una de las recetas, mármol o travertino es utilizado como materia prima para la obtención de cal, mezclado con verdigrís, sal amoníaco, espíritu de vino y hierba pastel⁹⁴⁷. La mezcla de cal elaborada a partir de mármol o travertino con verdigrís y sal amoníaco aparece en una receta similar a ésta, en la que se incluyen vinagre, lejía y agua, pero no aparecen como ingredientes el espíritu de vino y la hierba pastel⁹⁴⁸.

En otras dos recetas también se especifica el empleo de mármol blanquísimo, en la elaboración de la cal que ha de servir como ingrediente para elaborar el añil. En la primera de ellas, cal viva obtenida a partir de mármol o travertino, se apaga en agua antes de mezclarse con índigo⁹⁴⁹. En la segunda, se toma cal viva también obtenida a partir de mármol y se mezcla con la espuma de la hierba pastel o el índigo de las tinajas de los tintoreros⁹⁵⁰. Otra de las fórmulas de este tratado anónimo se refiere al empleo de mármol con la hierba pastel de los tintoreros⁹⁵¹, aunque en este

⁹⁴⁴ MARCOS Y BAUSÁ, R., *op. cit.*, pp. 29-30.

⁹⁴⁵ FERRADA, Ventura, *op. cit.*, p. 58.

⁹⁴⁶ Thompson refiere una receta existente en un manuscrito del siglo XII (St John's College, Ms. 79, fol. 147 r°), que incluye el empleo de polvo de mármol. Igualmente, en un manuscrito del siglo XV (Cambridge, University Library, Ms. Ii. 3. 17, fol. 36 v°) aparece una referencia al empleo de mármol pulverizado y cal para elaborar azul. THOMPSON, D. V.: "Medieval color -making: Tractatus qualiter quilibet artificialis color fieri possit from Paris, B. N., MS. Latin 6749^b", en *Isis*, XXII, 1935, 456-468, n. 34, p. 464.

⁹⁴⁷ V. la receta en MERRIFIELD, M. P., *op. cit.*, vol. II, receta 33, pp. 388-391. Ya se ha descrito con anterioridad la hierba pastel.

⁹⁴⁸ *Ibidem*, vol. II, receta 42, pp. 392-395.

⁹⁴⁹ *Ibidem*, vol. II, receta 39, pp. 392-393.

⁹⁵⁰ *Ibidem*, receta 40.

⁹⁵¹ Merrifield indica que el término «flore mectalli», probablemente, es erróneo, y que debería leerse «guati», vocablo que, como ya se ha explicado, se refiere a la hierba pastel. *Ibidem*, vol. II, rec. 31, pp. 386-387. Por otra parte, quizás no debiera descartarse la posibilidad de que esta flor se refiera a la caparrosa, también denominada flor por algunos autores. V. COVARRUBIAS, Sebastián de, *op. cit.*, p. 262. Algunos textos indican que el vocablo «flor» es un término en desuso que alude al

caso no se especifica que el mármol se haya transformado en cal. Ambos ingredientes se hierven con vino y se deja secar la mezcla. A continuación se muelen verdigrís e índigo y se mezcla el conjunto también con almidón⁹⁵².

El mármol también se utilizó para elaborar lacas rojas, como indica el tratadista anónimo de *De arte illuminandi* (2ª mitad del siglo XIV), que refiere su empleo en la preparación de «rosecta», constituida por brasil y otros ingredientes, entre los que se encuentra mármol blanco pulverizado⁹⁵³, o los manuscritos de Jehan Le Begue, que refieren su empleo con Brasil para elaborar una laca roja⁹⁵⁴.

El mármol se empleó abundantemente en la elaboración de lacas rojas

Diversos tratados describen el uso de mármol triturado como pigmento blanco, sin mezclar con otros ingredientes. Entre éstos, se encuentra el autor de *Scritti sulle arti* (1584), Paolo Lomazzo, que se refiere al mármol molido («marmo trito») como uno de los pigmentos blancos utilizados en pintura⁹⁵⁵ (no especifica el tipo de pintura). Igualmente, el texto conocido como el *Manoscritto di Padova* o *Ricette per far ogni sorte di colori* (s. XVI-XVII), anónimo, también incluye este mármol molido («marmo pesto») dentro de una lista general de pigmentos blancos⁹⁵⁶. En el *Tractado del arte de la pintura* (s. XVII), se cita el mármol como pigmento utilizado exclusivamente en pintura mural⁹⁵⁷. Lorenzo Marcucci en su *Saggio analitico chimico sopra i colori minerali...* se refiere a un pigmento que

El mármol se utilizó como pigmento blanco

producto resultante de la sublimación de una sustancia. *Hawley diccionario de química y de productos químicos*, op. cit., p. 473. La *Enciclopedia Larousse* indica que también se aplicaba a sustancias oxidadas en contacto con el aire. *Nueva enciclopedia Larousse*, op. cit., vol. 4, p. 4016.

⁹⁵² MERRIFIELD, M. P., op. cit., vol. II, receta 31, pp. 386-387.

⁹⁵³ BRUNELLO, F., op. cit., XI, pp. 72-79.

⁹⁵⁴ MERRIFIELD, M. P., op. cit., vol. I, rec. 17, pp. 54-55.

⁹⁵⁵ «[...] il bianco sono il gesso, la biacca, il bianco et il marmo trito». «[...] el blanco es el yeso, blanco de plomo, el blanco y el mármol molido». Trad. de la autora de la tesis doctoral. LOMAZZO, Gian Paolo: *Scritti sulle arti*, (tít. original *Trattato dell'arte della pittura, scoltura et architettura... diviso in sette libri ne' quali si discorre de la Proporzione, de' Motik, de' Colori, de' Lumi, de la Prospettiva, de la Prattica della Pittura, e finalmente de le Istorie d'essa Pittura*, ed. princ. 1584, Milán, ed. actual a cargo de Roberto Paolo Ciardi) vol. I, Florencia, Marchi & Bertolli, 1973, vol. II, Florencia, Centro Di, 1974, (Raccolta Pisana di saggi e studi), cfr. vol. II, libro tercero, cap. IV, p. 168.

⁹⁵⁶ «Il bianco si fa col gesso, calcina, biacca, marmo pesto, gusci d'ouo bene polverizati, et settazzati, e con osso di sepie benissimo macinato». «El blanco se elabora con yeso, calcina, blanco de plomo, mármol machacado, cáscara de huevo bien pulverizada y cribada y con la concha de la sepie muy bien molida». Trad. de la autora de la tesis doctoral. MERRIFIELD, op. cit., vol. II, pp. 648-649.

⁹⁵⁷ Refiriéndose a la pintura al fresco, el autor indica: «Gástase por albayalde estuque, blanco de cal, mármol [...]». SANZ, M. M., «Un tratado de pintura anónimo y manuscrito del siglo XVII», (1978), op. cit., p. 270.

denomina «bianco santo» o «bianco di marmo». De éste señala su utilidad para la pintura a la cola e indica su preparación de acuerdo a las siguientes directrices:

Si prendono delle scaglie di marmo statuario del più bianco e si polverizzano, indi si mancinano sopra il porfido impalpabilmente; si formano di questo de' piccoli pani, e si fanno seccare [...] [Se toman los restos del mármol estatuario del más blanco y se pulverizan y muelen sobre el pórfido hasta que tenga una calidad impalpable; se forman con ello pequeños panes y se deja secar [...]]⁹⁵⁸

El mármol se utilizó, mezclado con cal, para elaborar un pigmento blanco empleado en pintura mural

Asimismo, algunos tratados refieren el empleo de «blanco de estuque», definido como la mezcla de cal y mármol molido, como pigmento en la pintura al fresco⁹⁵⁹. Giovanni Battista Armenini, por ejemplo, así lo indica⁹⁶⁰. Vicente Carducho alude a la utilización de estuque, o blanco de cal y mármol para este fin⁹⁶¹. Como se ha indicado, el tratadista anónimo del *Tractado de la pintura* indica que en pintura mural se utilizaba, en lugar de albayalde, estuque, blanco de cal y marmol. Debido a que la puntuación y redacción de los textos antiguos puede dar lugar a diversas interpretaciones, estos dos últimos autores (recuérdese la existencia de paralelismos entre ambos textos) podrían, como indica Armenini, referirse más bien a un pigmento, el blanco de estuque, constituido por cal y mármol en lugar de a dos (estuque, blanco de cal y mármol) o a tres (estuque, blanco de cal, mármol)⁹⁶². Antonio Palomino de Castro y Velasco define el blanco de estuque como «de cal, y mármol molido, para pintar a el fresco»⁹⁶³. De acuerdo a este autor, el blanco estaba constituido por cal y mármol molido, en proporción 1:3 o 1:4 y era utilizado en toda Italia⁹⁶⁴. Igualmente, Genaro Cantelli hace referencia al empleo de blanco hecho de cal muerta, añeja, mezclada con polvo de mármol en pintura mural al fresco y temple. Debía emplearse, según este autor, menor cantidad de este último material que de cal⁹⁶⁵. J. Soler describe, como Palomino, el blanco de estuque como un

⁹⁵⁸ Trad. de la autora de la tesis doctoral. MARCUCCI, Lorenzo., *op. cit.*, p. 99.

⁹⁵⁹ PALOMINO DE CASTRO Y VELASCO, Antonio, *op. cit.*, t. II, p. 558.

⁹⁶⁰ ARMENINI, Giovan Battista (1988), *op. cit.*, cap. VII, pp. 127-128 y ARMENINI, Giovanni Battista, (2000), *op. cit.*, cap. VII, p. 153-154.

⁹⁶¹ CARDUCHO, Vicente, *op. cit.*, p. 382.

⁹⁶² SANZ, M. M., (1978), "Un tratado de pintura anónimo y manuscrito del siglo XVII", *op. cit.*, p. 270.

⁹⁶³ PALOMINO DE CASTRO Y VELASCO, Antonio, *op. cit.*, tomo II, p. 558.

⁹⁶⁴ *Ibidem*, libro VII, cap. IV, VI, pp. 278-279.

⁹⁶⁵ CANTELLI, Genaro, *op. cit.*, p. 225.

material constituido por cal y mármol blanco, que se utilizaba al fresco⁹⁶⁶. El empleo de estos materiales a modo de pigmento blanco en pintura mural se debe a que no es recomendable la utilización de blanco de plomo, debido a la degradación que puede experimentar este pigmento en un medio calizo⁹⁶⁷.

Otro de los materiales calizos utilizados en el ámbito de la pintura es el travertino, mencionado ya desde la Antigüedad. La piedra denominada «Tiburtina» en los textos de Vitrubio es traducida por Frank Granger, comentarista a su obra, por travertino. Este material aparece asimismo en los textos de Plinio⁹⁶⁸.

Empleo de travertino en el ámbito de la pintura

Entre las utilidades que se dieron al travertino estuvo la de elaborar cal, como en el caso del mármol. Así, en el manuscrito *Mappae Clavicula* (s. XII) aparece el material como materia prima para la producción de cal en la construcción⁹⁶⁹.

El travertino se utilizó para elaborar cal

Asimismo, Antonio Averlino, que desestimaba el mármol como material para la elaboración de la cal empleada en la construcción de muros, considera, sin embargo, que el travertino constituye un material aventajado para tal fin⁹⁷⁰.

Vasari también se refiere al travertino («trevertino») como un material empleado en construcción. Según este autor, se hallaba fundamentalmente en, Luca, Pisa o Siena y cerca de Tívoli⁹⁷¹.

Pseudo-Juanelo Turriano describe el ambiente de formación de este material:

⁹⁶⁶ SOLER, J., *op. cit.*, t. II, p. 137.

⁹⁶⁷ El blanco de plomo puede experimentar un proceso de oxidación por el que se transforma en dióxido de plomo (PbO₂) de color pardo oscuro. La alteración se expresa de la siguiente manera: $\text{Pb}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2 + 3/2\text{O}_2 \rightarrow 3\text{PbO}_2 + 2\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$. Esta transformación se ve favorecida en un medio alcalino, tal como el que corresponde a la cal apagada del intónaco antes de que se haya completado su proceso de fraguado. También se ha comprobado que esta alteración se pone de manifiesto como consecuencia de la acción de grupos peróxido (estos grupos peróxido pueden ser producidos por la foto-oxidación de los materiales), que ejercen un acción oxidante suficiente, cuando el medio es alcalino y el contenido en humedad elevado. GIOVANNONI, S., MATTEINI, M. y MOLES, A.: "Studies and developments concerning the problem of altered lead pigments in wall painting", *Studies in conservation*, volume 35, nº1, 1990, 21-25.

⁹⁶⁸ VITRUVIUS, (1970), *op. cit.*, vol I, (II, VII, 2), pp. 106-107. VITRUBIO POLIÓN, Marco, (1987), *op. cit.*, (II, VII, 21), p. 40.

⁹⁶⁹ HAWTHORNE, J. G. y STANLEY SMITH, C., (1974), *op. cit.*, 254, p. 67.

⁹⁷⁰ De esta piedra indica el autor su extracción en forma de grandes bloques y su empleo en Roma. AVERLINO, Antonio, (1990), *op. cit.*, p. 71.

⁹⁷¹ VASARI, G., (1986), *op. cit.*, cap. I, p. 26. VASARI, G., (1998), *op. cit.*, cap. I, p. 76.

Ase hallado que la piedra Tevertina que de muchos pedazos averse de si mesma consolidado en un solo pedazo [...] y el averse ajuntado en uno lo ha causado el humor de la tierra y con el discurso del tiempo aver causado esso vese cerca del lago de pie de lobo en Italia, en aquella parte donde viene a precipitarse o a caer en el rio Nera [...]⁹⁷²

*El travertino,
como el mármol,
se empleó en la
elaboración de
pigmentos*

Como ya ha podido observarse, este material ha constituido una alternativa al mármol en diversas recetas para elaborar pigmentos. Algunos de éstos usos ya han sido citados en la descripción de ciertas recetas que se refieren a pigmentos azules⁹⁷³. Igualmente, constituye uno de los componentes empleados en la elaboración de la laca amarilla denominada árzica. Ésta se obtiene a partir de la hierba gualda (*Reseda Luteola*) (muy utilizada, asimismo, como materia tintórea)⁹⁷⁴. Según una receta del *Manuscrito Boloñés*, se añadían a este colorante otros ingredientes como blanco de plomo, alumbre de roca⁹⁷⁵ y travertino⁹⁷⁶. Además, este manuscrito incluye una receta para preparar un pigmento rosa para miniar, en la que intervienen travertino finamente molido, alumbre de roca, verzino⁹⁷⁷ y lejía⁹⁷⁸.

También fue empleado, cocido, como pigmento blanco en pintura mural⁹⁷⁹ y para llevar a cabo la técnica del esgrafiado, como se verá posteriormente⁹⁸⁰. Otra de las utilidades que se han dado al travertino, en este caso muy finamente molido («trevertino macinato sottile»), ha sido la de preparar estuco para modelar figuras,

⁹⁷² TURRIANO, Pseudo-Juanelo, *op. cit.*, vol. II, p. 465.

⁹⁷³ Véanse las recetas 33 y 39 correspondientes a MERRIFIELD, M. P., *op. cit.*, vol. II, pp. 388-391 y 392-393 y las recetas 42 y 44, en *ibidem*, vol. II, pp. 392-395.

⁹⁷⁴ Sobre su utilización como materia tintórea, v. SOCIEDAD ESTATAL PARA LA CONMEMORACIÓN DE LOS CENTENARIOS DE FELIPE II Y CARLOS III, *op. cit.*, pp. 262-265.

⁹⁷⁵ Antiguamente, el alumbre procedía de Rocca (Siria), de donde es posible derive el nombre, si es que éste no deriva de su aspecto. *Nueva Enciclopedia Larousse*, tomo I, *op. cit.*, p. 365. Este material ha sido descrito más detalladamente con anterioridad.

⁹⁷⁶ MERRIFIELD, M. P., *op. cit.*, vol. II, rec. 194, pp. 482-485.

⁹⁷⁷ Verzino: De acuerdo a Merrifield, *Ibidem*, vol. I, p. xxxiii, se trata de la madera Palo de Brasil, de la que se extraía un colorante rojo. Véase, asimismo, la alusión al brasil asiático (*Caesalpinia sappan*) e indiano (*Caesalpinia sappan* y *Haematoxylon brasiletto*) en SOCIEDAD ESTATAL PARA LA CONMEMORACIÓN DE LOS CENTENARIOS DE FELIPE II Y CARLOS III, *op. cit.*, p. 262.

⁹⁷⁸ MERRIFIELD, M. P., *op. cit.*, vol. II, rec. 203, pp. 486-489.

⁹⁷⁹ VASARI, Giorgio, (1986), *op. cit.*, cap. XIX, p. 65, cap. XXV, p. 71. VASARI, Giorgio, (1998), *op. cit.*, cap. XIX, p. 114, cap. XXV, p. 120.

⁹⁸⁰ *Ibidem*, cap. XXVI, pp. 72-73. *Ibidem*, cap. XXVI, pp. 121-122.

uso que ya fue mencionado en el apartado dedicado al mármol. También pudo emplearse como material integrante de la argamasa sobre el que se asientan los mosaicos, constituida por este material, cal, ladrillo machacado, goma y clara de huevo⁹⁸¹.

Continuando con las diversas fuentes de carbonato cálcico, los tratados artísticos han dejado constancia también del empleo de conchas de moluscos para elaborar pigmentos. En Japón se han empleado conchas de ostras para elaborar el pigmento blanco denominado «gofun»⁹⁸². Otro tipo de conchas, en este caso internas, de moluscos, han sido utilizadas desde tiempos remotos como material artístico. Se trata de la concha de la sepia, también denominada jibia. En ciertos tratados antiguos se indican los diversos usos de ambas.

Las conchas de moluscos también se han utilizado en la elaboración de pigmentos

Así, ya se ha indicado que Dioscórides señalaba el uso de «conchas de bocinas marinas» para elaborar la cal. Según este autor, las bocinas debían dejarse en un horno durante toda la noche, para que blanquearan. A continuación, se sumergían en agua fría y se dejaban reposar también durante toda la noche⁹⁸³. Este autor también hace referencia a las propiedades terapéuticas de la concha de la sepia⁹⁸⁴.

Empleo de conchas de moluscos en la elaboración de cal

Pseudo-Juanelo Turriano indica que en Francia, en las zonas de costa donde se carecía de piedra caliza, la cal se elaboraba mediante el empleo de conchas de moluscos:

En Francia a las partes marítimas de los pueblos Eduy⁹⁸⁵ que por no tener piedras para hazer calçina la hazen de conchicas marinas y de hostias⁹⁸⁶ y de cosas semejantes.⁹⁸⁷

⁹⁸¹ *Ibidem*, cap. XXIX, p. 77. *Ibidem*, cap. XXIX, p. 125. Leon Battista Alberti refiere el empleo de toba tiburtina mezclada con cal para adherir las teselas de los mosaicos. ALBERTI, Leon Battista, *op. cit.*, p. 270.

⁹⁸² GETTENS, R. J., WEST FITZHUGH, E. y FELLER, R. L., *op. cit.*, p. 207.

⁹⁸³ DIOSCÓRIDES, Pedacio, *op. cit.*, cap. CXI, p. 391.

⁹⁸⁴ *Ibidem*, cap. XX, pp. 102-103.

⁹⁸⁵ «Eduos, en lat. Aedui, pueblo galo que habitaba la región correspondiente a una parte del Nivernais y de Borgoña. La capital era Bibracte, sobre el monte Beuvray. Aliados de los romanos, se distanciaron de ellos momentáneamente para unirse a Vercingetórix. [...]. En 48 d. J. C. Recibieron del emperador Claudio el derecho de ciudadanía». *Nueva Enciclopedia Larousse*, *op. cit.*, vol. 4, p. 3174.

⁹⁸⁶ Ostia n. f. Malacol. Ostra. *Nueva Enciclopedia Larousse*, *op. cit.*, vol. 7, p. 7312.

⁹⁸⁷ TURRIANO, Pseudo-Juanelo, *op. cit.*, vol. II, p. 468.

Ya Alberti había aportado este dato, indicando el empleo, por parte de los eduos, de conchas de ostras y púrpuras por falta de caliza⁹⁸⁸. Este autor indica, además, que Nerón instituyó el empleo de caparazones de ostras a modo de revestimiento⁹⁸⁹.

Y también Fray Laurencio de San Nicolás en su *Arte y uso de arquitectura* (1639) se refiere a este dato, indicando que la cal así elaborada es de escasa calidad:

Los Heduos hazen cal de conchas de pescados, por falta de cal, y en otras partes maritimas tambien se haze: y aunque la tienen por buena, no es tal como la que auemos dicho, que es de piedra solida, y maciza, [...]⁹⁹⁰

Aún P. C. Espinosa en su *Manual de construcciones de albañilería* (1859) describía los hornos con que en Holanda se obtenía cal a partir de las conchas de moluscos⁹⁹¹.

Empleo de
conchas a
modo de
secante

Algunos tratadistas se refieren al empleo de este material como secante para los aceites con los que se aglutinaban los pigmentos. Así, el autor del *Tractado de la pintura* indica que «los antiguos» solían utilizar para este fin «conchas de almejas marinas»⁹⁹².

Utilización de
conchas a
modo de
pigmento

De igual manera que otras fuentes de carbonato cálcico o cal, este material se incluye entre los ingredientes para elaborar pigmentos. El autor anónimo del *Mappae clavicula* se refiere a la utilización de conchas de ostras limpias calcinadas (y por tanto transformadas en cal viva) para este fin. Aparece, por un lado, como ingrediente en la elaboración de un azul, junto a otras sustancias como thapsia⁹⁹³, jabón, orina, flores de neulacis, verdigrís, cinabrio y hierba pastel⁹⁹⁴. En otra receta,

⁹⁸⁸ ALBERTI, Leon Battista, *op. cit.*, p. 117. La púrpura es un molusco gasterópodo que segrega un colorante rojo. Nueva Enciclopedia Larousse, *op. cit.*, tomo 8, p. 8169.

⁹⁸⁹ *Ibidem*, p. 270.

⁹⁹⁰ SAN NICOLÁS, Fray Laurencio de, *op. cit.*, p. 36v.

⁹⁹¹ ESPINOSA, P. C., *op. cit.*, p. 32 y lám. 3ª, figs. 39 y 39 (2).

⁹⁹² SANZ, M. M., *op. cit.*, p. 256.

⁹⁹³ Los traductores del texto al inglés señalan que se trata de una planta medicinal de la familia del perejil, utilizada como tinte. HAWTHORNE, J. G. y STANLEY SMITH, C. (1974), *op. cit.*, 167, p. 51.

⁹⁹⁴ *Ibidem*, p. 52.

en la que participan el colorante del kermes⁹⁹⁵, bermellón y orina, podría actuar como sustrato del primer ingrediente. En ambos casos, el tratadista insiste en la perfecta limpieza de las ostras como paso previo a su calentamiento.

También fueron utilizadas como pigmento blanco. Lorenzo Marcucci en su *Saggio analitico-chimico sopra i colori minerali...* (1813) se refiere a un blanco de «gusci d' ostriche calcinate» (conchas de ostras calcinadas) en relación a su empleo en pintura al fresco y a la cola. Este blanco, en lugar de cal, podría tratarse de carbonato cálcico, ya que se elaboraba lavando bien las conchas con agua, calentándolas en un horno, moliéndolas, lavándolas nuevamente y dejándolas secar⁹⁹⁶.

Utilización de conchas a modo de pigmento blanco

El autor del anónimo *Manuscrito de Padua* (s. XVI-XVII) incluye el hueso de la sepia finamente molido entre los pigmentos blancos⁹⁹⁷. Asimismo, prescribe la adición de una pequeña cantidad de hueso de sepia pulverizado («osso di pesce in polvere cioè di seppa») a una laca roja constituida por el colorante Brasil y alumbre. Es posible que este material se agregara con el fin de espesar el pigmento o bien para facilitar su secado, a tenor de las indicaciones del autor, que recomienda que la cantidad añadida sea muy pequeña para evitar que el producto seque excesivamente⁹⁹⁸. También Genaro Cantelli incluye los «polvos de hueso de sepia», junto a Brasil, vinagre, piedra alumbre y goma arábiga en la elaboración de una laca roja, asegurando que

Utilización de hueso de sepia como pigmento blanco y como secante

[...] tienen la virtud de absorber las impurezas, y purificar los colores.⁹⁹⁹

Las cáscaras de huevo constituyen otra de las materias primas de origen animal empleadas como pigmento o como ingrediente en la elaboración de diversos

⁹⁹⁵ Kermes: Parásito de la coscoja mediterránea (*Quercus Coccifera*), recolectado silvestre y ampliamente conocido en la Edad Media. Covarrubias alude a la definición que a su vez Andrés de Laguna (1499-1559) aporta en su difundida traducción y comentario de la *Materia medica* de Dioscórides: «[...] que carmín se dijo de kermes que en lengua árabe vale el gusanico que se cria dentro de la grana; y de allí carmesí, toda suerte de tela que fuere teñida con su polvo». COVARRUBIAS OROZCO, Sebastián de, *op. cit.*, p. 274. V. BÁEZ AGLIO, M. I. y SAN ANDRÉS, M.: “Las lacas rojas de origen natural (I): Naturaleza, composición y terminología”, *Pátina*, junio 1999, época II, nº 9, 124-134.

⁹⁹⁶ MARCUCCI, Lorenzo, *op. cit.*, pp. 182-183.

⁹⁹⁷ MERRIFIELD, M. P., *op. cit.*, vol. II, pp. 648-649.

⁹⁹⁸ *Ibidem*, rec. 118, pp. 704-705.

⁹⁹⁹ CANTELLI, Genaro, *op. cit.*, p. 153.

Empleo de
cáscaras de
huevo como
pigmento o
ingrediente en la
elaboración de
pigmentos

pigmentos. El manuscrito anónimo *Secreti diversi*, también denominado *Manuscrito Marciano*, (s. XVI) incluye una receta para elaborar un azul artificial mediante el empleo de limaduras de cobre y vinagre y otros ingredientes. Entre éstos, se encuentran las cáscaras de huevo calcinadas («scorze di vuova calciate») y cal viva, de lo que se deduce que si bien el tratadista ha podido concebir quizás similares propiedades para ambos materiales, no los identifica plenamente¹⁰⁰⁰. De igual modo, el tratado *Pictoria, Sculptoria, Tinctoria...* (1620-1646), de Turquet De Mayerne, incluye una receta en la que se emplean las cáscaras de huevo calcinadas y limaduras de cobre o latón para elaborar un pigmento¹⁰⁰¹. Existen otras recetas, en diversos manuscritos, que se refieren a la elaboración de azules de cobre artificiales¹⁰⁰² en las que se menciona el empleo de cáscaras de huevo. Entre estos textos y a modo de ejemplo, pueden citarse el *Ms. Sloane 1754* y *2584* (s. XIV), el *Ms. II.III.17* en la Biblioteca de la Universidad de Cambridge (s. XV), *Ms. Ashburnhamiana 891* en la Biblioteca Laurenziana de Florencia, *Ms. Magliabecchiana XV. 8bis* y *MS. Palatina 916* de la Biblioteca Nacional de Florencia (s. XV), *Ms. 1246* de la Biblioteca Riccardiana de Florencia (s. XV), *Ms. Harley 218*, *Ms. Sloane 345*, *Ms. Sloane 416* y *Ms. Sloane 964* de la biblioteca del Museo Británico de Londres (s. XV), *Ms. Germ. 822* de la Bayerische Staatsbibliothek (s. XV), *Ms. Ashmole 1382 (II)* y *Ms. Canon. Ital. 183* de la Bodleian Library de Oxford (s. XVI) y *Ms. Latin 7149 y 7161* de la Biblioteca Nacional en París (s. XV)¹⁰⁰³.

¹⁰⁰⁰ MERRIFIELD, M. P., *op. cit.*, vol. II, receta 315, pp. 612-613.

¹⁰⁰¹ TURQUET DE MAYERNE, Theodore: *Pictoria, Sculptoria, Tinctoria et quae subalternarum artium spectantia; in lingua Latina, Gallica, Italica, Germanica conscripta a Petro Paul Rubens, Van Dyke, Somers, Greebery, Janson* (escrito entre 1620-1646, pres. de la ed. actual por M. Faidutti y C. Versini), Lyon, Audin Imprimeurs, 1965-67, pp. 92-93.

¹⁰⁰² El equipo de investigación que dirige la Prof. Margarita San Andrés Moya en el Departamento de Pintura-Restauración de la Facultad de Bellas Artes de la UCM y del que forma parte la autora de esta tesis está llevando a cabo un estudio sobre estos pigmentos verdes y azules artificiales. En el desarrollo de esta investigación se han considerado las diversas recetas que los tratadistas aportan en sus textos, algunas de las cuales se están reproduciendo con el fin de estudiar la naturaleza y propiedades de los productos obtenidos. V. SANTOS GÓMEZ, S., y otros: "Procesos de obtención del verdigrís. Revisión y reproducción de antiguas recetas. Primeros resultados", *I Congreso del GEIIC. Conservación del Patrimonio. Evolución y nuevas perspectivas*, Valencia, 2002. SANTOS GÓMEZ, S., y otros: "Recetas para la preparación del verdigrís. Resultados preliminares de la obtención de la variedad conocida como *viride salsum*", *Pátina*, nº 12, 2003, 43-54. SANCHO, y otros: "Variación cromática del verdigrís en función de su método de obtención", *VII Congreso Nacional de Color*, Pamplona, 19-21 de mayo de 2004, 23-24.

¹⁰⁰³ THOMPSON, D. V.: "Trial index to some unpublished sources for the history of medieval craftsmanship", *Speculum, Journal of medieval studies*, 1935, X, 410-431.

Esta fuente de carbonato cálcico se ha empleado también en la elaboración del índigo. El *Libro dei colori* o *Manuscrito Boloñés*, al que ya se ha hecho referencia, menciona la obtención de azul («azurrum») utilizando como ingrediente cal preparada a partir del calentamiento de cáscaras de huevo («testas ovorum», que se pulverizan y adicionan lentamente a una disolución de índigo en agua. La receta señala la posible sustitución de índigo por la hierba pastel¹⁰⁰⁴. Otros ejemplos pueden encontrarse en el *Ms. Latin 7400-A* (s. XIV) en París (Biblioteca Nacional), en el *Ms. 413* de la colección *Gonville and Caius* y el *Ms. Ii.III.17* de la Biblioteca de la Universidad de Cambridge, ambos del siglo XV y en el *Ms. Magliabecchiana XV. 8 bis* (s. XV) de la Biblioteca Nacional en Florencia¹⁰⁰⁵.

Las cáscaras de huevo se mencionan también en relación a la elaboración de lacas rojas¹⁰⁰⁶ y amarillas. Una receta de los manuscritos de Jehan Le Begue se refiere a la preparación de una laca a partir de Brasil, lejía, cáscaras de huevo y alumbre de roca¹⁰⁰⁷. Igualmente, D. V. Thompson recoge una receta similar a la anterior, así como la elaboración de una laca amarilla mediante la utilización de gualda¹⁰⁰⁸.

Empleo de cáscaras de huevo en la elaboración de lacas

Igualmente, se empleó como pigmento blanco. Una fórmula del *Libro dei colori* incluye cáscaras de huevo («cocioli dova») y cristal pulverizado como ingredientes en la elaboración de un blanco hermoso. Ambos componentes se calientan al fuego durante un día, se muelen y utilizan con agua de goma¹⁰⁰⁹.

Empleo de cáscaras de huevo a modo de pigmento blanco

¹⁰⁰⁴ MERRIFIELD, M. P., *op. cit.*, vol. 2, rec. 36, pp. 390-391. Cfr. BERNARDINI, C., SANTAMARIA, U. y SECCARONI, V.: "The use of eggshells for the production of pigments", 6th *International Conference on Non-Destructive Testing and Microanalysis for the Diagnostics and Conservation of the Cultural and Environmental Heritage*, Roma, mayo 17th – 20th 1999, 2235-2245, p. 2238.

¹⁰⁰⁵ THOMPSON, D. V., (1935) "Trial index to some unpublished sources for the history of medieval craftsmanship", *op. cit.*, pp. 412-414, 419.

¹⁰⁰⁶ BAEZ AGLIO, M.I. y SAN ANDRÉS MOYA, M. *op. cit.*, p. 180.

¹⁰⁰⁷ MERRIFIELD, M. P., *op. cit.*, vol. I, rec. 14, pp. 52-53.

¹⁰⁰⁸ Cfr. los *Ms. Sloane 416* (s. XV), de la Biblioteca del Museo Británico de Londres, y el *Ms. 1793* (s. XV), de la Biblioteca Casanatense de Roma. V. THOMPSON, D. V., (1935), "Trial index to some unpublished sources for the history of medieval craftsmanship", *op. cit.*, pp. 413-414 y 419.

¹⁰⁰⁹ MERRIFIELD, M. P., *op. cit.*, vol. 2, rec. 185, pp. 480-481.

El *Manuscrito de Padua*, o *Ricette per fare ogni sorte di colori*, (s. XVI-XVII), texto ya mencionado, incluye entre los pigmentos blancos el elaborado con cáscaras de huevo («gusci d'ouo») pulverizadas y cribadas¹⁰¹⁰.

Utilización de
cáscaras de
huevo como
pigmento en
pintura mural

También, algunos tratadistas refieren el empleo de este material a modo de pigmento en pintura mural. Entre éstos, Gian Paolo Lomazzo¹⁰¹¹, Raffaello Borghini¹⁰¹², Andrea Pozzo en *Perspectiva pictorum et architectorum* (1693-1698)¹⁰¹³ y José García Hidalgo, que alude a su empleo «para embeladas y rayos, y cosas transparentes»¹⁰¹⁴.

Lorenzo Marcucci señala que el blanco de cáscaras de huevo se empleaba en pintura al fresco y a la cola, tal como indicó también para las conchas de ostras. Según este autor, las cáscaras de huevo se muelen groseramente, hirviéndose a continuación en agua de cal. Se lavan con agua, volviéndose a machacar y a lavar de nuevo y se trituran en la piedra de pórfido. Por último, se hacen pequeños panes con el material y se dejan secar¹⁰¹⁵.

También el autor del *Curso completo de diseño y pintura* (1837) indica que se empleaba en pintura al fresco, «para cosas de algun primor»¹⁰¹⁶.

Otros autores refieren su uso en miniaturas, como Antonio Palomino de Castro y Velasco, que utiliza el término «esplendor» al referirse al material molido¹⁰¹⁷.

Cirilo Gamarra en su *Guía de aficionados á la Miniatura, Empastado, Iluminacion y Pastel* (1743) refiere sobre el pigmento:

¹⁰¹⁰ *Ibidem*, vol. 2, pp. 648-649.

¹⁰¹¹ LOMAZZO, Gian Paolo, *op. cit.*, tomo II, libro tercero, cap. IV, p. 168.

¹⁰¹² BORGHINI, Raffaello, *op. cit.*, vol. XIII, libro segundo, p. 208.

¹⁰¹³ FERNÁNDEZ ARENAS, J., y otros: *Fuentes y documentos para la historia del Arte Barroco en Europa*, Barcelona, Gustavo Gili, 1983, p. 114.

¹⁰¹⁴ GARCÍA HIDALGO, José: “Principios para estudiar el nobilissimo y real arte de la pintura, con todo, y partes del cuerpo humano, siguiendo la mejor escuela, y simetría, con demostraciones matemáticas, que ajustan, y enseñan la proporcion y perfection del rostro, y cientos perfiles del hombre, mujer y niños” (ed. princ. de 1693, Madrid) en *La Teoría de la Pintura en el Siglo de Oro* (ed., pról. y n. de F. Calvo Serraller), Madrid, Cátedra, 1981, p. 613.

¹⁰¹⁵ MARCUCCI, Lorenzo, *op. cit.*, pp. 182-183.

¹⁰¹⁶ SOLER, J., *op. cit.*, p. 131.

¹⁰¹⁷ PALOMINO DE CASTRO Y VELASCO, Antonio, *op. cit.*, p. 567.

El blanco de la Cáscara de huevo se saca de ella, muy molida en la losa, despues de haberla desnudado de todas sus telillas. No es grata para mezclada con otros colores, por ser muy arenisca, y solo sirve para tocar las luces de los ojos, un claro vivo de lienzo ó encaxes muy sobresaliente, y otras cosas como éstas, gastándose con goma.¹⁰¹⁸

Aún Munáiz y Millana, de manera muy similar al anterior, en su *Manual de curiosidades artísticas y entretenimientos útiles* (1834) indicaba:

La cáscara de huevo bien molida, despues de haberla limpiado perfectamente de todas sus telillas, puede usarse con bastante utilidad en infinitos casos, como para pintar en objetos algo abultados un claro vivo, luces, encages, y otras cosas por este estilo, tocar el claro de los ojos, &c.; pero adviértase que siempre resulta bastante áspera, poco grata para la union con otros colores, y sin parte alguna de goma.¹⁰¹⁹

Y ya Manuel Sáenz y García en su *Manual teórico-práctico del pintor, dorador y charolista* (1902) señala que la «cáscara de huevo» apenas se utiliza para pintar¹⁰²⁰.

Además, las cáscaras de huevo se incluían entre los secantes que utilizaban «los antiguos», de acuerdo a las indicaciones del autor del *Tractado del arte de la pintura*¹⁰²¹.

Algunos autores señalan el empleo de este material para realizar mosaicos, como Cennino Cennini¹⁰²², Giorgio Vasari¹⁰²³, Vicente Carducho¹⁰²⁴ y el autor del *Tractado de la pintura*¹⁰²⁵.

Empleo de cáscaras de huevo para realizar mosaicos

¹⁰¹⁸ GAMARRA, Cirilo: *Guia de aficionados á la Miniatura, Empastado, Iluminacion y Pastel* (ed. facsímil de la de Madrid, por Don Julián Viana Razola, 1827), Valencia, Librerías París-Valencia, 1998, p. 37.

¹⁰¹⁹ MUNAIZ y MILLANA, R., *op. cit.*, p. 29.

¹⁰²⁰ SÁENZ Y GARCÍA, M., *op. cit.*, p. 13.

¹⁰²¹ SANZ, M. M., (1978), “Un tratado de pintura anónimo y manuscrito del siglo XVII”, *op. cit.*, p. 256.

¹⁰²² CENNINI, Cennino, (1988), *op. cit.*, cap. CLXXII, pp. 212-215.

¹⁰²³ VASARI, G., (1998), *op. cit.*, cap. VI, p. 91.

¹⁰²⁴ CARDUCHO, V., *op. cit.*, p. 382.

¹⁰²⁵ SANZ, M. M., (1978), “Un tratado de pintura anónimo y manuscrito del siglo XVII”, *op. cit.*, p. 271.

Otra de las utilidades de este pigmento se da en la pintura decorativa aplicada a las vasijas de barro cocidas¹⁰²⁶.

Utilización de los
blancos de
origen animal en
preparaciones

Para el objetivo principal de este estudio, resulta especialmente interesante la constatación del empleo de estos dos blancos de origen animal en las preparaciones, si bien hay que señalar que son escasos los datos que, al respecto, aportan los tratados. Así, el autor anónimo del *Tractado de la pintura* (s. XVII) se refiere al proceso de la preparación de los lienzos mediante la aplicación de una primera mano de una «gacheta de taluina»¹⁰²⁷, tras la que se aplica una «masa de tierra de conchas de laguna»¹⁰²⁸, de la que dice debe ser «labrada a la piedra con la moleta y aceite de linaza»¹⁰²⁹.

El blanco de cáscaras de huevo es mencionado por dos autores del siglo XVIII en relación a su uso en la elaboración de preparaciones. Tanto Genaro Cantelli como Francisco Vicente Orellana, en sus obras ya mencionadas, hacen referencia a la misma receta para preparar diversos soportes, entre los que se encuentra la madera¹⁰³⁰. En ella, además de este blanco de cáscaras de huevo, se indica el empleo de yeso mate:

Bruñida, y bien lisa la pieza, le daràs una mano de cola de guantes, ò pergamino, y luego prepara lo siguiente: Cascaras de huevo en polvos impalpables, Yessomate muy fino, destemplalos en agua comun, guarda esta composicion en redoma de vidrio, y echale encima un poco de agua hasta cubrirla: quando quieras emplearla, destemplala con agua de cola de pescado, que no sea muy espesa, y daràs una mano, dexala enjugar, y dale otra, hasta tres veces, y á la ultima pinta con los

¹⁰²⁶ MERRIFIELD, M. P., *op. cit.*, vol. II, rec. B322, pp. 544-545.

¹⁰²⁷ Sebastián de Covarrubias define «talvina» como «[...] puches hechas de agua y harina [...]». COVARRUBIAS OROZCO, Sebastián de, *op. cit.*, p. 910.

¹⁰²⁸ Podría interpretarse, sin embargo, que estas «conchas» fueran, simplemente, las formas cóncavas que adquiere el barro o tierra cuando va secando, con lo que, en realidad, la expresión «tierra de conchas de laguna» puede hacer alusión, simplemente, a una tierra.

¹⁰²⁹ SANZ, M. M., (1978), «Un tratado de pintura anónimo y manuscrito del siglo XVII», *op. cit.*, p. 253.

¹⁰³⁰ Debe indicarse, por otra parte, que las recetas de estos dos textos aluden, en numerosos casos, a las artes decorativas.

colores ordinarios lo que quisieres de miniatura, y quedando esto seco,
le daràs cinco, ò seis manos del Barniz siguiente: [...]¹⁰³¹

Por último, respecto al coral, brevemente se indicará que era también conocido desde la Antigüedad. Ya Isidoro de Sevilla lo menciona en sus *Etimologiae*, incluyéndolo entre las «rubis gemis» (gemas rosas). De este material indica, entre otras cosas, que adquiere color rojo al ser extraído del mar y que recibe su nombre del método empleado en la extracción, a base del empleo de instrumentos de hierro «corallius»¹⁰³². Algunos investigadores hacen referencia a su comercialización en Japón a modo de pigmento¹⁰³³.

IV. 2.1.2. Utilización de carbonato cálcico, posiblemente en forma de creta, en la elaboración de las preparaciones de la pintura sobre tabla

La creta parece haber constituido, como ya se ha indicado, el material calizo más profusamente empleado para preparar tablas, al menos, hasta el siglo XX. Dentro de la pintura española sobre tabla, las obras en que se ha utilizado este material se circunscriben fundamentalmente a cierto período de tiempo que se corresponde con la época de mayor influencia de la pintura flamenca. A pesar de la utilización de este material, en los tratados españoles no se menciona la creta ni otras fuentes de carbonato cálcico para elaborar preparaciones a excepción de las alusiones puntuales referidas, como es el empleo de las «conchas de laguna» en las preparaciones de la

*Utilización de
creta en la
elaboración de
las
preparaciones*

¹⁰³¹ Esta receta aparece en el apartado denominado «Secretos varios», tanto del texto de Orellana como del de Genaro Cantelli. Muñoz Viñas, estudioso del tratado de Orellana, indica que los «Secretos varios» fue escrito entre 1710 y 1735. El tratado de Genaro Cantelli incluye también recetas que pueden hallarse en el de Orellana. Es posible que ambos se hayan basado, al menos en parte, en los mismos textos y que, quizás, uno de los dos se haya inspirado o haya copiado información del otro. Respecto a este último punto debe indicarse que el tratado de Cantelli es de 1735, mientras que el de Orellana es de 1755, aunque se trata de una segunda impresión. V. MUÑOZ VIÑAS, S., *op. cit.*, pp. 99-108. VICENTE ORELLANA, F., *op. cit.*, p. 101 y CANTELLI, G., *op. cit.*, p. 253.

¹⁰³² SAN ISIDORO DE SEVILLA, *op. cit.*, vol. I, 8, 1, p. 283.

¹⁰³³ GETTENS, R. J., WEST FITZHUGH, E. y FELLER, R. L., *op. cit.*, p. 208.

pintura sobre lienzo¹⁰³⁴ y el de cáscaras de huevo en la preparación de pintura sobre tabla (miniatura).

Como ha podido comprobarse a lo largo de este capítulo, las indicaciones que aportan los tratadistas con referencia a las piedras constituidas por carbonato cálcico inciden casi siempre en aspectos muy generales. Por este motivo, a partir de estas fuentes de información, la mayoría de los diversos tipos de caliza son difíciles de identificar, a excepción de algunos como mármol o travertino, que presentan características tan singulares que permiten su identificación certera. Por ello, resulta una tarea ciertamente ardua diferenciar la creta entre los materiales descritos. Como se ha indicado, el término «creta», en origen, hacía alusión a un material terroso, pudiendo incluso referirse a la caliza en general. La denominación empleada por los autores clásicos no se refiere a la sustancia que hoy en día designa el vocablo, al menos en la mayoría de las ocasiones. Así y todo, K. C. Bailey, en su comentario a la *Naturalis Historia* de Plinio, parece identificar el «Paraetonium» con este material en base a que contiene pequeñas conchas. Según Plinio, el «Paraetonium» se utilizaba como pigmento y se preparaba en Creta y Cyrenae¹⁰³⁵. Este material ya había sido aludido por Vitrubio, que indica su empleo para el mismo fin¹⁰³⁶.

Para Bailey la «creta argentaria» podría ser creta tal y como hoy en día se conceptúa el término. Este material se utilizaba para diversos usos, desde pulir la plata hasta constituir el sustrato para el colorante del pigmento denominado «purpurisum»¹⁰³⁷.

Por otra parte, Plinio parece referirse también a la creta cuando señala:

¹⁰³⁴ Ya se ha indicado que esta denominación puede hacer referencia, simplemente, a una tierra.

¹⁰³⁵ Bailey indica que el «paraetonium» podía estar constituido por «chalk», término anglosajón empleado generalmente para la creta. BAILEY, K. C., *op. cit.*, parte II, liber XXXV, secc. 18, pp. 82-83, n. 36, p. 212. En esta nota Bailey señala que otros autores lo identifican con esteatita (variedad de talco compacta y granular). V. asimismo, *ibidem*, parte I, liber XXXIII, sect. 27, 90, 91, pp. 106-109 y n. 91, p. 207.

¹⁰³⁶ VITRUVIUS, (1970), *op. cit.*, (VII, VII, 3), pp. 112-113.

¹⁰³⁷ Bailey identifica el material con «whitening» o «whiting», y «chalk», términos que generalmente se refieren a la creta. BAILEY, K. C., *op. cit.*, parte II, liber XXXV, cap. XVII, secc. 58, 199, pp. 110-113 y n. 199, pp. 245-246. Para Bailey el hecho de que Plinio indique que se extraía de Gran Bretaña confirmaría esta hipótesis. Efectivamente, los acantilados de Dover se componen, en gran medida, de caparzones de foraminíferos.

San Isidoro menciona, asimismo, esta «creta argentina» o «candida», empleada para pulir la plata. SAN ISIDORO DE SEVILLA, *op. cit.*, tomo II, pp. 262-263. Respecto a la sustancia denominada «purpurisum», cfr. BAILEY, K. C., *op. cit.*, parte II, liber XXXV, secc. 26. 44, pp. 86-87 y n. 44, p. 218.

Nam mollitiae trans Alpes praecipua sunt exempla. In Belgica provincia candidum lapidem serra, qua lignum, faciliusque etiam secant ad tegularum et imbricum vicem vel, si libeat, ad quae vocant pavonacea tegendi genera. [Al otro lado de los Alpes, en efecto, están los prototipos más característicos de piedra blanda. Dicen que en la provincia de Bélgica hay una piedra blanca que se corta con la sierra de la madera, y aún con más facilidad, y que la utilizan a modo de tejas planas o acanaladas o incluso para unas cubiertas que llaman de cola de pavo real].¹⁰³⁸

Dejando muy atrás la Antigüedad Clásica, hasta el siglo XIX no es común encontrarla diferenciada claramente de las otras variedades de piedra caliza. P. C. Espinosa y F. B. y B. distinguen la creta entre otros tipos ya descritos (sacaroidea, magnesiana, fétida, oolítica, margosas, tobas), y ambos ponen de relieve su blandura. El primero de ellos la define como:

[...] una caliza blanca terrosa y deleznable, muy útil para fabricar cales hidráulicas artificiales.¹⁰³⁹

Con respecto a las preparaciones a base de creta de la pintura sobre tabla, ya se han sugerido los motivos que propiciaron su empleo masivo en el Norte de Europa, frente al resto de las fuentes del carbonato cálcico. Las características que mejor la definen y, asimismo, dieron lugar a la amplia utilización del material fueron su especial blancura, derivada de su pureza, y su escasa dureza, frente a otras variedades de carbonato cálcico. Como se ha indicado, P. C. Espinosa señala que la creta es terrosa y deleznable. Efectivamente, el material presenta una dureza entre 1.0 y 2.5.

La creta es blanca y blanda

Su sencillo proceso de elaboración contribuyó, sin duda, a la economía del material y, consecuentemente, a la difusión de su empleo. Asimismo, otra de las causas que propician esta amplia utilización es, como en el caso del yeso, la abundancia de sus yacimientos en los lugares ya indicados, lo que también redundaba en su bajo precio. En lo que a las preparaciones se refiere, resulta especialmente útil

La creta resulta un material económico por su abundancia y sencillo tratamiento

¹⁰³⁸ BAILEY, K. C., *op. cit.*, parte II, liber XXXVI, sect. 44. 159, pp. 130-131. PLINIO EL VIEJO, (1993), *op. cit.*, p. 118. El comentarista de esta última edición de Plinio señala que probablemente se trate de un material calizo, cfr. *ibidem*. Bailey, sin embargo, señala que se trata de talco. Cfr n. 159 en BAILEY, K. C., *op. cit.*, parte II, liber XXXVI, p. 266. Sin embargo, ya se ha hecho referencia a la existencia de yacimientos de creta en la zona.

¹⁰³⁹ ESPINOSA, P. C., *op. cit.*, p. 2. F. B. y B., *op. cit.*, p. 21.

o recomendable el empleo de un material asequible, debido a que se utiliza una gran cantidad del mismo.

El procedimiento seguido en la elaboración del material era muy sencillo. De este hecho deriva, asimismo, la escasez de referencias que en los tratados existen al respecto, las cuales suelen referirse únicamente a su mezcla con cola animal. Es razonable pensar que, debido precisamente a esta simplicidad, como ocurría en el caso del yeso, este proceso no haya sufrido apenas modificaciones a lo largo de la historia.

*El tratamiento
de la creta
persigue
únicamente su
purificación*

A diferencia del yeso mate, el tratamiento de la creta no implica su transformación química en otra sustancia; únicamente persigue su purificación. Para ello, actualmente se emplean los sistemas ya descritos de la vía seca, que consiste en la molienda y criba de la piedra o la vía húmeda que emplea el sistema de levigación¹⁰⁴⁰. Seguramente uno de estos procesos o ambos incluso fueron empleados a lo largo de la historia para purificar el material, ya que se conocieron tempranamente por su sencillez, y fueron aplicados a otros pigmentos también de origen natural, de lo que dan fe los textos de algunos tratadistas.

Es posible que, cuando en España se empleara este material, se trajera ya procesado de los lugares donde tradicionalmente se extraía y desde los que se comercializaría. A ello contribuye, sin duda, el hecho de que la zona (Flandes), tan estrechamente ligada a España durante siglos (como se ha subrayado en repetidas ocasiones), haya constituido una gran fuente para la obtención de creta. La fluidez de las relaciones comerciales facilitaría en gran medida la llegada del material a la Península. A pesar de ello, no puede descartarse, sin embargo, el empleo del material nativo, ya que dentro de la Península Ibérica existen yacimientos no sólo de creta, sino también de otros tipos de carbonato, como ya se ha indicado.

*En el Norte de
Europa se
redactaron
también
contratos para la
ejecución de
retablos*

De la misma manera que en el caso de España, en el Norte de Europa, cuando se concertaba un encargo, se redactaba un documento con las condiciones de calidad que debía reunir la obra. Ocasionalmente se establecía una garantía sobre el trabajo ejecutado¹⁰⁴¹. Las tablas se acondicionaban previamente para ser empleadas como soporte siguiendo para ello unas pautas similares a las que se daban en el sur¹⁰⁴². Los

¹⁰⁴⁰ CHARRIN, V.: “Matières de charge naturelles”, en *Chimie des peintures, vernis et pigments*, 2t., (ed. G. Champetier, y H. Rabaté), París, Dunod, 1956, vol. II, 548-576, p. 554.

¹⁰⁴¹ CAMPBELL, L., *op. cit.*, p. 192.

¹⁰⁴² Ya se han destacado, en el capítulo del yeso, las especies más empleadas en Portugal, por lo que no se incluirán en este capítulo. Por otro lado, en este país se empleó tanto sulfato como carbonato

diferentes estudios efectuados indican que la especie más utilizada en los Países Bajos fue el roble¹⁰⁴³. En la Escuela Francesa se empleó fundamentalmente roble, además de nogal, álamo, pino silvestre, tilo, sauce y olmo. De acuerdo a Jacqueline Marette, la selección de las especies depende de las regiones¹⁰⁴⁴. La Escuela Alemana emplea, fundamentalmente, abeto, tilo, píceas, roble y pino silvestre y, en menor medida, haya, nogal y álamo¹⁰⁴⁵. Otros estudios apuntan hacia el empleo

cálcico en las preparaciones. Sobre los modos de elaboración de los tableros en el Norte de Europa v. VAN DAMME, J.: “De Antwerpse 'Tafereelmakers' en hun merken”, *De Leiegouw*, XXIX, afl. 1-2, 1987, 259-264 y WADUM, J.: “Historical techniques of panel painting in the Northern countries”, *The structural conservation of panel paintings, Proceedings of a Symposium held at the J. Paul Getty Museum*, abril 1995. WADUM, J.: “The Antwerp brand on paintings on panel”, en *Looking through paintings. The study of painting techniques and materials in support of art historical research*, Países Bajos, Uitgeverij de Prom, 1998, 179-197.

¹⁰⁴³ BILLINGE, R. y otros, (1997), “The methods and materials of Northern European painting 1400-1550”, *op. cit.*, p. 18. MARETTE, J., *op. cit.*, p. 73. Esta especie fue identificada en dos obras de Jan Gossaert (pintor flamenco, Maubeuge c. 1478 o Wijkbij Duurstede c. 1472-Middelburg c. 1533-1536). CAMPBELL, L. y DUNKERTON, J.: “A famous Gossaert rediscovered”, *Burlington magazine*, vol. CXXXVIII, 1996, 164-173, p. 166. Estos autores indican que se empleó roble de la región del Báltico. BILLINGE, R. y otros: “Gossaert’s *Adoration of the Kings*”, *National Gallery technical bulletin*, vol. 18, 1997, 87-98. Cfr., especialmente, la p. 89. En este estudio se indica también que el roble del Báltico fue ampliamente utilizado en los Países Bajos. Asimismo, el roble constituye el soporte de las alas de un retablo pintadas por Maarten van Heemskerck (pintor y grabador neerlandés, Heemskerk, Alkmaar, 1498-Haarlem 1574). Cfr. HENDRIKS, E. y LEVY-VAN HALM, K., *op. cit.*, p. 76. El roble fue la especie empleada en dos tablas del siglo XVII de Jan Brueghel y Balthasar van der Ast, v. MURRAY, S. y GROEN, K.: “Four early Dutch flower paintings examined”, *Hamilton Kerr Institute*, n° 2, 6-20. V. las pp. 9-10. Esta especie fue utilizada en cinco obras consideradas originales de Rogier van der Weyden (Tournai c. 1394-Bruselas 1464) y su taller. BILLINGE, R. y otros: “The materials and technique of five paintings by Rogier van der Weyden and his workshop”, *National Gallery technical bulletin*, vol. 18, 1997, 68-86. V., especialmente, la p. 71. El roble fue empleado en la obra *La Virgen de la Mosca* de la Colegiata de Toro (Zamora), de Bernard Van Orley (Bruselas c. 1488-id. 1541), que se trajo a la Península entre 1518 y 1525. Cfr. DÍAZ MARTOS, A. y CABRERA GARRIDO, J. M., *op. cit.*, p. 28. También se utilizó esta especie en una tabla de Gerard Dou (s. XVII). Cfr. STRUICK VAN DER LOEFF, L. y GROEN, K.: “The restoration and technical examination of Gerard Dou’s *The young Mother in the Mauritshuis*”, *Preprints of the ICOM Committee for Conservation, 10th Triennial Meeting*, Washington DC, 22-27 de agosto de 1993, 98-103. Cfr. la p. 98. La especie empleada en la *Lamentación*, pintura sobre tabla del Maestro de la Virgen inter Virgines (contemporáneo de El Bosco), fue roble. VANDEVIVERE, I. y GUISLAIN-WITERMANN, R.: “La *Lamentation du Maître de la Virgen inter Virgines* a l’Hôpital Saint-Nicholas D’Enghien”, *Bulletin. Institut Royal du Patrimoine Artistique*, XI, 1969, 109-133. Cfr. la p. 129. En la *Adoración del Cordero Místico*, de Jan Van Eyck y el *Descendimiento de la Cruz* de Roger Van der Weyden, del Museo del Prado, también se empleó roble. Cfr., respectivamente, COREMANS, P.: “La technique des «Primitifs flamands». Etude scientifique des matériaux, de la structure et de la technique picturale. III. Van Eyck: L’Adoration de l’Agneau Mystique (Gand: Cathédrale Saint-Bavon)”, *Studies in conservation*, 1, 1954, 145-161, v. p. 158 y DÁVILA, M. T. y GARRIDO, C., *op. cit.*, p. 238.

¹⁰⁴⁴ MARETTE, J., *op. cit.*, pp. 63-65.

¹⁰⁴⁵ *Ibidem*, pp. 69-71. Rieber y Straub detectaron el empleo de madera de tilo en las alas del retablo pintadas por Friedrich Herlin en 1474. RIEBER, F. y STRAUB, R. E.: “The Herlin altarpiece at

mayoritario de tilo, abeto y píceas en el el sur del país¹⁰⁴⁶. La Escuela Británica ha utilizado especialmente el roble¹⁰⁴⁷. En algunos paneles noruegos se ha empleado pino silvestre¹⁰⁴⁸.

En la Escuela Flamenca se aplicó frecuentemente el corte radial o casi radial¹⁰⁴⁹. Los paneles se ensamblaban siguiendo la dirección de la cara más larga. Se disponían verticalmente para los retratos y otras obras de este formato y horizontalmente para los que tenían formato de paisaje¹⁰⁵⁰.

Como en el caso de las preparaciones a base de yeso, con los paneles preparados con carbonato cálcico (o dolomita) se tomaban prevenciones similares con el fin de atenuar el efecto de las dilataciones y contracciones del soporte sobre la pintura.

Frecuentemente, en los Países Bajos las uniones de los paneles eran con juntas vivas, a veces reforzadas con clavijas insertas en el grosor del panel¹⁰⁵¹. Los alemanes podían seguir el mismo método de construcción en los paneles de roble¹⁰⁵².

Bopfingen (1474). Technique and condition of the painted wings”, *Studies in Conservation*, 22, 1977, 129-145. V., especialmente, la p. 134.

¹⁰⁴⁶ BILLINGE, R. y otros, (1997), “The methods and materials of Northern European painting 1400-1550”, *op. cit.*, p. 17. Los autores de este último estudio indican que en el Norte del país se empleaba principalmente roble importado, en numerosas ocasiones, de las regiones del este del Báltico. En Alemania Central se habría empleado haya y tilo fundamentalmente, aunque también roble, picea, pinabete, pino, olmo y arce. En el Sur, las especies más empleadas en las obras de la colección de la National Gallery de Londres son tilo, picea y pinabete.

¹⁰⁴⁷ MARETTE, J., *op. cit.*, pp. 72-73.

¹⁰⁴⁸ KALAND, B. y MICHELSEN, K.: “A medieval panel painting at the University of Bergen. Preliminary report”, *Bulletin. Institut Royal du Patrimoine Artistique*, Bruxelles, V, 1962, 195-202. V., especialmente, la p. 195. PLAHTER, L. E. y PLAHTER, U.: “The technique of a group of Norwegian gothic oil paintings”, *Preprints of Conservation of paintings and the Graphic Arts, Lisbon Congress*, published by the International Institute for Conservation of Historic and Artistic Works, London, 1972, 131-138. V., especialmente, la p. 131.

¹⁰⁴⁹ BILLINGE, R. y otros, (1997), “The methods and materials of Northern European painting 1400-1550”, *op. cit.*, p. 17. DÁVILA, M. T. y GARRIDO, C., *op. cit.*, p. 238. BILLINGE, R. y otros (1997), “Gossaert’s *Adoration of the Kings*”, *op. cit.*, p. 89.

¹⁰⁵⁰ BILLINGE, R. y otros, (1997), “The methods and materials of Northern European painting 1400-1550”, *op. cit.*, p. 18.

¹⁰⁵¹ *Ibidem*. También en *La Virgen de la Mosca* de Van Orley se han empleado clavijas insertas en los cantos. Cfr. DÍAZ MARTOS, A. y CABRERA GARRIDO, J. M., *op. cit.*, p. 28. V. la utilización de juntas vivas en VANDEVIVERE, I. y GUISLAIN-WITTERMANN, R., *op. cit.*, p. 129.

¹⁰⁵² BILLINGE, R. y otros, (1997), “The methods and materials of Northern European painting 1400-1550”, *op. cit.*, p. 18. BILLINGE, R. y otros, “A double-sided panel by Stephan Lochner”, *National Gallery technical bulletin*, vol. 18, 1997, 56-67. V., especialmente, la p. 57. La obra estudiada en

Los paneles noruegos¹⁰⁵³ y británicos¹⁰⁵⁴ también presentan clavijas. Con el paso del tiempo, el grosor de los paneles disminuye, lo que da lugar a la desaparición de las clavijas¹⁰⁵⁵.

Según algunos autores, la preparación es más fina en las obras del Norte de Europa, debido a que también los paneles se trabajaban más finamente, con lo que podrían además presentar una textura más regular¹⁰⁵⁶. Asimismo, ciertos estudios indican que las preparaciones de las escuelas portuguesa y alemana son, en general, más finas que las españolas y que las de la escuela francesa presentarían un grosor intermedio¹⁰⁵⁷. Otro dato que puede resultar de interés es el gran grosor (3 mm) que adquiere la preparación carbonato de calcio de un antependio de la Escuela Noruega (en concreto procedentes de Bergen), del siglo XIII¹⁰⁵⁸. Algunas obras de El Bosco presentan espesores medios (200µm-300µm)¹⁰⁵⁹, el mismo que presenta el *Descendimiento*, de Roger Van der Weyden, del Museo del Prado¹⁰⁶⁰. La obra ampliamente conocida de Jan Van Eyck, la *Adoración del Cordero Místico*, presenta un espesor que oscila entre 120µm y 160µm¹⁰⁶¹. Otras, correspondientes a otros autores de los Países Bajos, y ya del siglo XVI, presentan preparaciones

Grosor de las preparaciones

este caso es una tabla pintada por ambas caras que data, posiblemente, de 1448. Se desconoce su ubicación original, aunque probablemente fue pintada en Colonia. Su ejecución se atribuye a Stephan Lochner, pintor alemán de la época.

¹⁰⁵³ PLAHTER, L. E. y PLAHTER, U., *op. cit.*, p. 132.

¹⁰⁵⁴ BUCKLOW, S.: "The frontal at the Musée National du Moyen Âge, Paris and the *Thornham Parva retable*. A technical comparison", *Actes du 1^{er} Congrès international: Art et Chimie. La couleur*, París, CNRS, 2000, 176-179. V., especialmente, la p. 177. Los autores del estudio apuntan hacia la probabilidad de que el retablo *Thornham Parva*, objeto del estudio, se ubicara en origen en el priorato dominico de Thetford (Gran Bretaña).

¹⁰⁵⁵ BILLINGE, R. y otros, (1997), "The methods and materials of Northern European painting 1400-1550", *op. cit.*, p. 18.

¹⁰⁵⁶ *Ibidem*, p. 22.

¹⁰⁵⁷ MARETTE, J., *op. cit.*, p. 142. CARVALHO, A. de: *Estudo da técnica da pintura portuguesa do século XV*, Lisboa, Separata do Boletim do Instituto de José de Figueiredo, 1974, 50-63. V., especialmente, la p. 51. El estudio de este último autor se refiere a obra portuguesa del siglo XV.

¹⁰⁵⁸ KALAND, B. y MICHELSEN, K., *op. cit.*, p. 197.

¹⁰⁵⁹ PARRA, E.: "Análisis químico y estudio de la superposición de capas pictóricas en las pinturas de Jheronimus Bosch del Museo del Prado", XXI Congreso de Conservación y Restauración de Bienes Culturales, Castellón, 3-6 de octubre de 1996, 91-100, p. 93.

¹⁰⁶⁰ DÁVILA, M. T. y GARRIDO, C., *op. cit.*, pp. 231-250.

¹⁰⁶¹ COREMANS, P., *op. cit.*, p. 155.

extremadamente finas ($<40\mu\text{m}$)¹⁰⁶². Esta diversidad de datos coincide con la opinión de Jacqueline Marette en cuanto a que sobre este aspecto no puede generalizarse, ya que el grosor puede depender de diversos factores como la época, importancia e incluso autor¹⁰⁶³. Como ya se ha indicado, para las preparaciones a base de yeso la época puede ser muy importante; concretamente, cuando dejan de efectuarse dorados al agua bruñido en los paneles ya no es imprescindible la aplicación de una gruesa capa de yeso mate que actúe a modo de “cama” para bruñir la pieza. Por esta razón, las preparaciones de las tablas son más finas. Las molduras de los retablos, doradas, sin embargo, habrán de presentar estratos más gruesos que éstas. Por otra parte, el grosor tampoco es uniforme dentro de cada obra¹⁰⁶⁴.

Como en el Sur,
se aplicaban
lienzos de lino,
tiras de
pergamino o
estopa en las
juntas de las
tablas

De la misma manera que en el sur, sobre las planchas de madera solían aplicarse lienzos de lino o tiras de pergamino con el fin de reducir el efecto negativo que ejercía el movimiento de la madera sobre los estratos de preparación y la capa pictórica¹⁰⁶⁵. Ya en el libro tercero de los textos de Heraclio *De coloribus et artibus Romanorum* (s. X-XIII), se hace referencia a la aplicación de piel de caballo o pergamino sobre la superficie de las tablas¹⁰⁶⁶. En la obra *Traité sur la peinture pour en apprendre la theorie, & se perfectioner dans la pratique* (1699), de Bernard Du Puy du Grez, el autor prescribe la aplicación de un lienzo sobre la totalidad de la superficie de la tabla o al menos en las juntas, cuando se refiere a la pintura sobre tabla al temple¹⁰⁶⁷. Los estudios técnicos efectuados han puesto de relieve el empleo tanto de lienzos como de pieles. A modo de ejemplo, en obras de los Países Bajos se

¹⁰⁶² El estudio se ha efectuado sobre una obra de Maarten van Heemskerck (1498-1574). HENDRIKS, E. y LEVY-VAN HALM, K., *op. cit.*, p. 77.

¹⁰⁶³ MARETTE, J., *op. cit.*, p. 143.

¹⁰⁶⁴ Los estudios efectuados sobre algunas obras noruegas han revelado que el grosor puede variar entre 1 y 5 mm en cada panel. PLAHTER, L. E. y PLAHTER, U., *op. cit.*, p. 132. Según los autores de un estudio llevado a cabo sobre una obra de Gerard Dou, el grosor de la preparación varía extraordinariamente de unas zonas a otras. V. STRUICK VAN DER LOEFF, L. y GROEN, K., *op. cit.*, p. 100. En la obra *La adoración del Cordero Místico*, de Jan Van Eyck si bien presenta la preparación un espesor medio de entre $120\mu\text{m}$ y $160\mu\text{m}$, en algunos puntos alcanza las $300\mu\text{m}$. Cfr. COREMANS, P., *op. cit.*, p. 155.

¹⁰⁶⁵ BILLINGE, R. y otros, (1997), “The methods and materials of Northern European painting 1400-1550”, *op. cit.*, pp. 20-21.

¹⁰⁶⁶ MERRIFIELD, M. P., *op. cit.*, vol. 1, rec. XXIV. [268], pp. 228-231.

¹⁰⁶⁷ DUPUY DU GREZ, Bernard: *Traité sur la peinture pour en apprendre la theorie & le perfectionner dans la pratique* (ed. princ. de 1699, Paris), Paris, Florentin et Pierre Delaulne, 1700, p. 239.

ha observado la aplicación de lienzos de lino en las juntas¹⁰⁶⁸. En la Escuela Alemana, del Tirol y Austríaca numerosas tablas presentan lienzos aplicados sobre el soporte¹⁰⁶⁹. En algunas obras de estas dos últimas escuelas que han conservado sus marcos el lienzo se extiende, además, sobre la moldura¹⁰⁷⁰. Algunas obras de la Escuela Alemana presentan lienzos que cubren toda la superficie del soporte¹⁰⁷¹. Asimismo, en este país se empleó a menudo estopa, tanto en las juntas como en toda la superficie¹⁰⁷². En algunas obras de esta escuela se empleó pergamino, que podía recubrir el panel en su totalidad¹⁰⁷³. En obras de origen noruego se ha detectado la presencia de lienzos o tiras de pergamino con texto en juntas¹⁰⁷⁴.

En algunas obras de la Escuela Flamenca y Francesa se ha observado la aplicación, en el reverso de los paneles, de una capa de protección a base de carbonato cálcico¹⁰⁷⁵. Por otra parte, se ha detectado la aplicación de rojo de plomo y aceite de lino en los nudos de una tabla pintada por Wolf Huber¹⁰⁷⁶.

¹⁰⁶⁸ En este caso se trata de un arca policromada de hacia 1400. GOETGHEBEUR, N. y otros: "La Châse peinte pré-eyckienne de Namur. Essai d'identification, examen et traitement", *Bulletin. Institut Royal du Patrimoine Artistique*, XVI, 1976/77, 6-26, p. 18. En una talla belga del siglo XIII se observó la aplicación de pergamino en las juntas. SERCK-DEWAIDE, M., y SERCK, L.: "La Sedes Sapientiae de la Collégiale Saint-Jean à Liège", *Bulletin. Institut Royal du Patrimoine Artistique*, XVII, 1978-79, 68-88. Cfr. las pp. 72, 76 y 78.

¹⁰⁶⁹ BILLINGE, R. y otros, (1997), "The methods and materials of Northern European painting 1400-1550", *op. cit.*, p. 20. Asimismo, se ha apreciado la aplicación de tiras de lienzo en una obra de Stephan Lochner, pintor alemán que posiblemente la pintó en Colonia. BILLINGE, R. y otros, (1997), "A double-sided panel by Stephan Lochner", *op. cit.*, p. 58.

¹⁰⁷⁰ BILLINGE, R. y otros, (1997), "The methods and materials of Northern European painting 1400-1550", *op. cit.*, p. 21.

¹⁰⁷¹ MARETTE, J., *op. cit.*, «Tableau synoptique. Allemagne», sin paginar. Rieber y Straub indican que en el retablo pintado por Friedrich Herlin en 1474 en Bopfingen las alas fueron enlucadas en su totalidad por su cara anterior. En la posterior se aplicó en las juntas. En RIEBER, F. y STRAUB, R. E., *op. cit.*, p. 134.

¹⁰⁷² MARETTE, J., *op. cit.*, pp. 149-150.

¹⁰⁷³ *Ibidem*, p. 149. Según esta autora, este material recubre la totalidad del reverso de dos obras del Museo de Munich pintadas por Albrecht Altdorfer, pintor, grabador y arquitecto alemán (¿Ratisbona? C. 1480-id. 1538). *Nueva Enciclopedia Larousse*, *op. cit.*, vol. 1, p. 356.

¹⁰⁷⁴ PLAHTER, L. E. y PLAHTER, U., *op. cit.*, pp. 132, 134.

¹⁰⁷⁵ Jacqueline Marette se refiere a estas capas en obras de la Escuela Flamenca y Francesa. MARETTE, J., *op. cit.*, tablas sin paginar «Flandre» y «France».

¹⁰⁷⁶ Wolf Huber (alemán, 1480/85-1553, trabaja en el valle del Danubio durante la primera mitad del s. XVI). Cfr. BILLINGE, R. y otros: "Wolf Huber's *Christ taking Leave of his Mother*", *National Gallery technical bulletin*, vol. 18, 1997, pp. 99-112. Cfr., especialmente, la p. 101. Como ha podido constatar en el apartado dedicado a las preparaciones a base de yeso, los tratadistas suelen referirse, en muchos casos, al tratamiento de los nudos mediante su frotación con ajo. El empleo de

Existen
tempranos
documentos que
se refieren al
empleo de creta
en las
preparaciones

Pero ya, con respecto a la aplicación de las preparaciones propiamente dichas, existen algunos documentos que hacen referencia al empleo de carbonato cálcico, presumiblemente creta¹⁰⁷⁷, en la pintura de los países del norte de Europa. Así, entre los recibos correspondientes al período de 1390 a 1396 relativos a la compra de mercancías destinadas a la Cartuja de Dijon se encuentra la adquisición de «craie» para preparar las tablas de los retablos de la iglesia¹⁰⁷⁸.

En algunas obras
constituidas por
carbonato
cálcico no se ha
detectado la
presencia de
fósiles

Las obras sobre tabla del Norte de Europa, durante el Gótico y Renacimiento, se preparaban habitualmente mediante la aplicación de creta aglutinada con cola animal, puliéndose finalmente la superficie¹⁰⁷⁹. A pesar de que ya se ha indicado, puede convenir recordar que en algunos estudios efectuados sobre las preparaciones de las obras de esta zona no se han detectado fósiles¹⁰⁸⁰. Este hecho puede llevar a la conclusión, por una parte, de que podría haberse utilizado una caliza pero no específicamente creta para elaborar la preparación o, por otra, que se trata de creta pero la molienda y disposición de las partículas en las muestras estratigráficas ha podido ocultar la presencia de los fósiles. En general, la bibliografía existente pone de manifiesto que el carbonato cálcico aparece en obras ejecutadas en los Países Bajos¹⁰⁸¹, Noruega¹⁰⁸², Islas Británicas¹⁰⁸³ y Alemania¹⁰⁸⁴. En obras portuguesas,

rojo de plomo con aceite aplicado en estas zonas no suele aparecer en los tratados de pintura si bien, como se recordará, Sáenz y García se refería a este proceso, aunque su tratado, de comienzos del siglo XX, se refiere, más bien, a la pintura decorativa.

¹⁰⁷⁷ Es complicado establecer el período en que el vocablo designa el material de acuerdo al concepto actual. En nuestros días, entre otros términos, en Europa se emplean: «chalk» (inglés), «creta» (italiano y español), «kreide» (alemán) y «craie» (francés).

¹⁰⁷⁸ MARETTE, J., *op. cit.*, p. 141.

¹⁰⁷⁹ BILLINGE, R. y otros, (1997), "The methods and materials of Northern European painting 1400-1550", *op. cit.*, p. 21. Estos autores refieren el empleo de «chalk». PÉRIER-D'ETEREN, C.: *Colyn de Coter et la technique picturale des peintres flamands du XVe siècle*, Bruselas, Lefebvre & Gillet, 1985, p. 17. En este caso el autor emplea el término «craie».

¹⁰⁸⁰ El estudio se ha llevado a cabo sobre esculturas. COLINART, S., EVENO, M., p. 160.

¹⁰⁸¹ BILLINGE, R. y otros, (1997), "The methods and materials of Northern European painting 1400-1550", *op. cit.*, p. 21. En una obra de Jan Gossaert se ha detectado la presencia de «chalk» mezclada con cola animal. Los autores del estudio no indican, sin embargo, que se hayan observado fósiles. V. CAMPBELL, L. y DUNKERTON, J., *op. cit.*, p. 167. Lo mismo ocurre en el estudio efectuado por Ella Hendriks y Koos Levy-van Halm sobre una obra de Maarten van Heemskerck del siglo XVI. HENDRIKS, E. y LEVY-VAN HALM, K., *op. cit.*, p. 77. Se da la misma circunstancia en el estudio efectuado sobre obra de Bruegel El Viejo. ALLART, D.: "Approche de la technique picturale de Pieter Bruegel l'Ancien", *Preprints of the Icom Committee for Conservation, 10th Triennial Meeting*, Washington DC, 22-27 August 1993, 65-69, p. 66. Igualmente sucede en las preparaciones de cinco pinturas atribuidas a Rogier van der Weyden y su taller. Cfr. BILLINGE, R. y otros, (1997), "The materials and technique of five paintings by Rogier van der Weyden and his workshop", *op. cit.*, p. 71. En la *Lamentación* del Maestro de la Virgo inter Virgines la preparación se compone de «craie» y cola animal. Los autores no hacen referencia a la presencia de fósiles. Cfr. VANDEVIVERE, I. y

como se ha venido indicando, se ha utilizado tanto sulfato cálcico como carbonato cálcico. En este último caso, la obra proviene de una zona donde la caliza es más abundante¹⁰⁸⁵.

Algunos estudios han revelado la mezcla de carbonato cálcico con blanco de plomo en las preparaciones¹⁰⁸⁶.

Por otra parte, el empleo de carbonato cálcico en las preparaciones continúa en la pintura sobre tabla del siglo XVII. Así lo corroboran los estudios efectuados, por ejemplo, en pintura sobre tabla de Jan Brueghel¹⁰⁸⁷, Balthasar van der Ast¹⁰⁸⁸,

GUISLAIN-WITTERMANN, R., *op. cit.*, p. 130. Lo mismo indica Paul Coremans en un estudio efectuado sobre *La adoración del Cordero Místico*, de Jan Van Eyck. Tampoco en este caso se mencionan los fósiles. Cfr. COREMANS, P., *op. cit.*, p. 155. La misma circunstancia se da en la *Adoración de los Reyes*, de Gossaert. BILLINGE, R. y otros: "Gossaert's Adoration of the Kings", *op. cit.*, p. 89. En *El Descendimiento de la Cruz*, de Roger Van der Weyden, la preparación está constituida por carbonato cálcico y cola animal. Cfr. DÁVILA, M. T. y GARRIDO, C., *op. cit.*, p. 238. Estudios posteriores llevados a cabo por el equipo investigador que dirige Dña. Margarita San Andrés Moya en colaboración con Dña. Carmen Garrido determinaron la existencia de fósiles en los estratos preparatorios. También está constituida por carbonato de calcio la preparación de una obra de Van Orley. Cfr. DÍAZ MARTOS, A. y CABRERA GARRIDO, J. M., *op. cit.*, p. 30. En un arca policromada del siglo XIV donde se ha estudiado la preparación, los autores de la investigación han observado cocolitos. Cfr. GOETGHEBEUR, N. y otros, *op. cit.*, p. 18. En la obra de El Bosco también se han detectado. PARRA, E., *op. cit.*, pp. 91-100.

¹⁰⁸² En un antependio noruego del siglo XIII la preparación estaría constituida por este material, aunque tampoco se precisa sobre la existencia de fósiles. KALAND, B. MICHELSEN, K., *op. cit.*, p. 197. En un grupo de pinturas góticas de origen noruego se detectó la presencia de cocolitos, si bien los autores indican que el material habría sido importado. PLAHTER, L. E. y PLAHTER, U., *op. cit.*, pp. 131-132.

¹⁰⁸³ BUCKLOW, S., *op. cit.*, p. 177. Los autores no hacen referencia a la presencia de fósiles.

¹⁰⁸⁴ BILLINGE, R. y otros, (1997), "A double-sided panel by Stephan Lochner", *op. cit.*, p. 58. Ya se ha indicado que, probablemente, esta obra de Stephan Lochner, pintor alemán, fuera pintada también en Alemania. Por otro lado, los autores del estudio efectuado sobre esta obra no se refieren a la presencia de fósiles. Tampoco se alude a ellos en la investigación llevada a cabo sobre una obra de Wolf Huber. Cfr. BILLINGE, R. y otros: "Wolf Huber's Christ taking Leave of his Mother", *op. cit.*, p. 101.

¹⁰⁸⁵ CARVALHO, A. de, "Estudo da técnica da pintura portuguesa do século XV", *op. cit.*, pp. 51 y 54. En este estudio no se hace alusión a la presencia de fósiles.

¹⁰⁸⁶ Los autores del estudio de un retablo de Bopfingen (s. XV) parecen indicar que una pequeña cantidad de blanco de plomo aparece mezclada en la preparación, constituida fundamentalmente por carbonato doble de calcio y magnesio. RIEBER, F. y STRAUB, R. E., *op. cit.*, pp. 129,135.

¹⁰⁸⁷ Jan Brueghel: Pintor flamenco (Bruselas 1568-Amberes 1625). Es el segundo hijo de Pieter Bruegel El Viejo. Pinta paisajes, flores y alegorías con delicadeza exquisita. Realiza un viaje a Italia y, de vuelta, fija su residencia en Amberes. Colabora con Rubens y otros autores como F. Francken II, H. Van Balen, etc. *Nueva enciclopedia Larousse*, *op. cit.*, vol. 2, p. 1393. Se ha estudiado una obra de este autor, posiblemente de comienzos del siglo XVII, en la que se detectó una primera capa, muy fina y blanca, constituida por carbonato cálcico (no se hace referencia a la detección de fósiles)

Rembrandt¹⁰⁸⁹, Vermeer¹⁰⁹⁰, Rubens¹⁰⁹¹ y Gerard Dou¹⁰⁹². El empleo de carbonato cálcico fue también habitual en pintura sobre lienzo, como en el caso del yeso, dándose incluso en el siglo XVII¹⁰⁹³. Más adelante se hará mayor hincapié en las preparaciones a base de carbonato cálcico en pintura sobre lienzo y a las mezclas de este material con blanco de plomo.

El carbonato cálcico se utilizó para preparar las esculturas policromadas

El carbonato cálcico, de igual forma que ocurría con el yeso, también se utilizó en la capa de preparación de las tallas en madera policromadas. A modo de ejemplo, en algunas preparaciones de obras escultóricas de la Escuela Alemana se ha detectado la presencia de foraminíferos¹⁰⁹⁴. Asimismo, se ha detectado la presencia de fósiles en una escultura del siglo XIII de la colegiata de San Juan de Lieja¹⁰⁹⁵.

sobre la que se aplicó una imprimación constituida por carbonato de calcio, blanco de plomo, ocre y negro de carbón. Cfr. MURRAY, S. y GROEN, K., *op. cit.*, p. 10.

¹⁰⁸⁸ Van der Ast: Pintor neerlandés (Middelburg. A. 1590-Delft c. 1656). Influido por Bruegel de Velours. Especializado en la pintura de flores y conchas. *Nueva enciclopedia Larousse, op. cit.*, vol. 10, p. 10114. La preparación de una pequeña obra de este autor está constituida por un primer estrato de carbonato cálcico (no se menciona la existencia de fósiles) sobre la que se aplicó una imprimación de carbonato de calcio, ocre y una pequeña cantidad de negro. Cfr. MURRAY, S. y GROEN, K., *op. cit.*, p. 11.

¹⁰⁸⁹ BROWN, CH. y PLESTERS, J.: "Rembrandt's portrait of Hendrickje Stoffels", *Apollo*, 1977, 289-291. Cfr. la p. 290. En el artículo se indica que las preparaciones de pintura sobre tabla de este autor se componen de carbonato cálcico y cola, aunque no se hace referencia a la presencia de fósiles.

¹⁰⁹⁰ KÜHN, H., (1968), *op. cit.*, p. 173. El autor del estudio no indica la existencia de fósiles en los estratos de preparación de la pintura sobre tabla estudiada.

¹⁰⁹¹ La obra es una una tabla realizada en roble y pintada al óleo. La imprimación fue realizada con blanco de plomo y carbonato de calcio. COREMANS, P. y THISSEN, J.: "Composition et structure des couches originales", pp. 119-145, en "La Descente de croix de Rubens. Etude préalable au traitement", *Bulletin. Institut Royal du Patrimoine Artistique*, V, 1962, 6-187. V., especialmente, la p. 119.

¹⁰⁹² Gerard Dou: Pintor holandés (Leiden 1613-id. 1675), que trabajó con Rembrandt en Leiden pintando fundamentalmente temas de la vida burguesa. STRUICK VAN DER LOEFF, L. y GROEN, K., *op. cit.*, p. 100. Los autores no mencionan la detección de fósiles en esta pintura sobre tabla.

¹⁰⁹³ Aparece, por ejemplo en una obra de Johannes Cornelisz, *Jacobus Akersloot*. Al carbonato cálcico (los autores no refieren la presencia de fósiles) se añadieron pequeñas cantidades de ocre rojo y pardo o sombra. HENDRIKS, E.: "Johannes Cornelisz. Verspronck. The technique of a Seventeenth century Haarlem portraitist, en *Looking through paintings. The study of painting techniques and materials in support of art historical research*, Países Bajos, Uitgeverij de Prom, 1998, 227-267. Cfr. la p. 241.

¹⁰⁹⁴ COLINART, S., EVENO, M., *op. cit.*, p. 160.

¹⁰⁹⁵ SERCK-DEWAIDE, M. y SERCK, L., *op. cit.*, p. 80.

Europa, se han utilizado diversos sistemas de dibujo, como estarcidos y cuadrículas y se han practicado en muchos casos diseños incisos¹¹⁰¹. Las sustancias con las que se ha realizado el dibujo subyacente han sido utilizadas tanto en estado sólido (carbón), como en estado líquido, pudiendo tratarse de pigmento negro con un aglutinante acuoso o tinta ferrogálica¹¹⁰²; en estos casos, para su aplicación pudo emplearse pluma de ave o pincel¹¹⁰³. En ocasiones, ambos métodos, seco y líquido, fueron utilizados en un mismo dibujo¹¹⁰⁴, aunque quizás se empleara primero el medio seco. La transferencia del dibujo mediante la técnica de estarcido se ha detectado, asimismo en una obra alemana¹¹⁰⁵. El diseño inciso se ha observado en algunas primitivas obras noruegas de los siglos XIII y XIV¹¹⁰⁶, en pintura alemana del siglo XV¹¹⁰⁷, así como en obra realizada en los Países Bajos y correspondiente a los siglos XIV, XV y XVI¹¹⁰⁸. Aunque la mayoría de los estudios técnicos efectuados sobre obra del Norte de Europa apuntan, generalmente, a la disposición del dibujo debajo

¹¹⁰¹ BURNSTOK, A. y SMITH, A.: "Two wings of an altarpiece by Van Heenskerck", *National Gallery technical bulletin*, 12, 1988, 16-35. V., especialmente, la p. 26. PÉRIER-DIÉTEREN, C., *op. cit.*, p. 17. BILLINGE, R. y otros, (1997), "The methods and materials of Northern European painting 1400-1550", *op. cit.*, pp. 27-28.

¹¹⁰² PÉRIER-DIÉTEREN, C., *op. cit.*, p. 17. Esta autora refiere el empleo de un pigmento orgánico de origen animal y un aglutinante acuoso. BILLINGE, R. y otros, (1997), "The methods and materials of Northern European painting 1400-1550", *op. cit.*, p. 28. Este último estudio señala que posiblemente se empleó tinta ferrogálica en un dibujo de una obra realizada por el Maestro del Retablo de San Bartolomé.

¹¹⁰³ Parece ser que se empleó el pincel en la ejecución del dibujo subyacente de una obra de Stephan Lochner. V. BILLINGE, R. y otros, (1997), "A double-sided panel by Stephan Lochner", *op. cit.*, p. 58. La misma técnica de dibujo pudo haberse utilizado en la *Magdalena Leyendo*, la *Exhumación de San Huberto* y la *Piedad*, tres obras atribuidas al taller de Rogier van der Weyden. V. BILLINGE, R. y otros, (1997), "The materials and technique of five paintings by Rogier van der Weyden and his workshop", *op. cit.*, p. 72.

¹¹⁰⁴ Se cree fueron utilizados ambos métodos de dibujo en una obra de Albrecht Altdorfer. BILLINGE, R. y FOISTER, S.: "The underdrawing of Altdorfer's 'Christ taking leave of his Mother'", *Burlington magazine*, CXXXV, 1993, 687-691. BILLINGE, R. y otros, (1997), "The methods and materials of Northern European painting 1400-1550", *op. cit.*, p. 28.

¹¹⁰⁵ BILLINGE, R. y otros, (1997), "A double-sided panel by Stephan Lochner", *op. cit.*, p. 60.

¹¹⁰⁶ PLAHTER, L. E. y PLAHTER, U., *op. cit.*, p. 132.

¹¹⁰⁷ BILLINGE, R. y otros (1997) "A double-sided panel by Stephan Lochner", *op. cit.*, p. 59.

¹¹⁰⁸ GOETGHEBEUR, N. y otros, *op. cit.*, p. 19. BILLINGE, R. y otros (1997), "The materials and technique of five paintings by Rogier van der Weyden and his workshop", *op. cit.*, p. 73. En el estudio de Billinge, el dibujo inciso aparece en forma de líneas rectas en la *Magdalena leyendo*, *San Ivo* y la *Exhumación de San Huberto*. En esta última obra, aparecen líneas rectas y curvas incisas en la arquitectura. También líneas verticales y horizontales del fondo arquitectónico se han realizado de forma incisa en la *Adoración de los Reyes* de Gossaert. Cfr. BILLINGE, R. y otros, (1997), "Gossaert's Adoration of the Kings", *op. cit.*, p. 89. HENDRIKS, E. y LEVY-VAN HALM, K., *op. cit.*, p. 77. En este último caso la obra corresponde al siglo XVI.

Como ya se ha indicado, en algunas tablas del norte de Europa se empleó un carbonato doble de calcio y magnesio (posiblemente dolomita). Se ha relacionado este empleo con la existencia de yacimientos locales de este compuesto¹⁰⁹⁶.

Continuando con la pintura sobre tabla, algunos autores indican que, con el fin de evitar la excesiva absorción del aglutinante de los estratos pictóricos por parte de la preparación magra, sobre la preparación, en muchos casos, parece haberse aplicado una capa de impermeabilización constituida por aceite¹⁰⁹⁷.

En estudios efectuados sobre tablas noruegas del siglo XIII se ha puesto de manifiesto la impregnación de la capa de preparación con una capa de aceite, sin pigmento, quizás con el fin de evitar la pérdida excesiva de aglutinante oleoso de la capa pictórica¹⁰⁹⁸. Por tanto, en general, la preparación de numerosas obras parece estar impregnada en su parte superior por una capa de impermeabilización grasa¹⁰⁹⁹. Sin embargo, hay que señalar que la apariencia translúcida que adquiere la parte superior de la preparación podría deberse, simplemente, a su impregnación por el aglutinante de la imprimación o de los estratos pictóricos superpuestos, más que a la aplicación intencionada de un estrato oleoso.

Asimismo, en algunos casos se ha empleado una capa aislante de cola como capa de impermeabilización¹¹⁰⁰.

A continuación, podía realizarse el diseño de la obra. Con este fin se empleaban diversos instrumentos y pigmentos. De la misma manera que en el sur de

*Dibujo
subyacente*

¹⁰⁹⁶ En las alas del retablo pintado por Friedrich Herlin en 1474 para la iglesia de Bopfingen (sur de Alemania) se ha detectado este compuesto, relacionándose este hecho con la existencia de dolomita en la vecindad. RIEBER, F. y STRAUB, R. E., *op. cit.*, p. 135. En el retrato de Alexander Mornauer, ejemplo de la pintura alemana del siglo XV, la preparación está constituida por este compuesto. FOISTER, S.: "The portrait of Alexander Mornauer", *Burlington magazine*, 1991, vol. CXXXIII, 613-618. Asimismo, se ha determinado la presencia de carbonato doble de calcio y magnesio, probablemente en forma de dolomita, en esculturas medievales alemanas provenientes de talleres del sur del Tirol, región rica en yacimientos de caliza dolomítica. V., COLINART, S. y EVENO, M., *op. cit.*, pp. 160-161.

¹⁰⁹⁷ PÉRIER-D'ETEREN, C., *op. cit.*, p. 19.

¹⁰⁹⁸ PLAHTER, L. E. y PLAHTER, U., *op. cit.*, p. 132.

¹⁰⁹⁹ A modo de ejemplo, en la *Lamentación* del Maestro de la Virgo inter Virgines se ha observado esta impregnación. VANDEVIVERE, I. y GUISLAIN-WITTERMANN, R., *op. cit.*, p. 130. Igualmente se ha detectado una impregnación oleosa en la *Adoración del Cordero Místico*, de Jan Van Eyck. Cfr. COREMANS, P., *op. cit.*, p. 155.

¹¹⁰⁰ BILLINGE, R. y otros, (1997), "The methods and materials of Northern European painting 1400-1550", *op. cit.*, p. 23.

de la imprimación, en algunos casos, como ocurre en una obra de Jan Gossaert, el estudio técnico realizado ha permitido detectar que el dibujo fue aplicado sobre la imprimación¹¹⁰⁹.

Para realizar el dibujo, era muy común el empleo de pigmentos rojizos y negros. Éstos han sido detectados, por ejemplo, en un pequeño arca procedente de Bélgica, ya aludido, de c. 1400¹¹¹⁰. En una obra del siglo XVI de Maarten van Heemskerck¹¹¹¹ el dibujo subyacente se ha realizado mediante la aplicación de pigmento negro sobre el que, en determinadas zonas, se ha aplicado una ligera capa rosácea¹¹¹². En un retablo británico del siglo XIV el dibujo se realizó primeramente con bermellón, matizándose después con carbón¹¹¹³. En algunas obras de Lucas Cranach el Viejo correspondientes a su última etapa en activo, se ha empleado un material rojizo en la ejecución del dibujo subyacente¹¹¹⁴. A pesar de estas excepciones resulta muy común, como en el Sur de Europa, el empleo, simplemente, de pigmento negro¹¹¹⁵.

En cuanto a las referencias aportadas por los diversos autores relativas a la aplicación de las preparaciones en pintura sobre tabla, en general, la mayoría coincide en señalar que, primeramente se aplicaba una mano de cola. A continuación se daban las manos de carbonato cálcico y cola y, por último, bien si se trataba de llevar a cabo el dorado al agua de la superficie, o bien una imprimación si se pretendía pintar la tabla al óleo.

Aplicación de las preparaciones

¹¹⁰⁹ BILLINGE, R. y otros, (1997), "Gossaert's *Adoration of the Kings*", *op. cit.*, p. 89.

¹¹¹⁰ GOETGHEBEUR, N. y otros, *op. cit.*, p. 19.

¹¹¹¹ Ya se han aportado anteriormente algunos datos sobre este autor.

¹¹¹² HENDRIKS, E. y LEVY-VAN HALM, K., *op. cit.*, pp. 77-78.

¹¹¹³ BUCKLOW, S., *op. cit.*, p. 177.

¹¹¹⁴ BILLINGE, R. y otros, (1997), "The methods and materials of Northern European painting 1400-1550", *op. cit.*, p. 29.

¹¹¹⁵ En el *Descendimiento de la Cruz* de Roger Van der Weyden el dibujo subyacente aparece en forma de estrato fino e intermitente, negro, de entre 5 y 15µm, sobre la preparación. Cfr. DÁVILA, M. T. y GARRIDO, C., *op. cit.*, p. 238. En dos obras de Bruegel El Viejo la autora del estudio indica que el dibujo subyacente se realizó a la piedra negra sobre la capa de preparación, constituida por carbonato cálcico. ALLART, D., *op. cit.*, p. 65. En una obra de Gerard Dou (s. XVII) el dibujo subyacente se realizó con negro de carbón. STRUICK VAN DER LOEFF, L. y GROEN, K., *op. cit.*, pp. 100-101. También en una obra de Gerard David se ha detectado el empleo de carbón. BILLINGE, R. y otros, (1997), "The methods and materials of Northern European painting 1400-1550", *op. cit.*, p. 28. Gérard David nace en Oudewater, Holanda, c. 1460. Muere en Brujas en 1523. Es el último gran maestro de la escuela de Brujas. Recibe el influjo de Memling. *Nueva enciclopedia Larousse*, *op. cit.*, vol. 3, p. 2752.

Theodore Turquet De Mayerne es uno de los autores que hace referencia a la preparación de las tablas para pintar al óleo. Según este autor, se emplea para ello cola de piel de ternero y creta («craye»). Una vez secas las capas, se iguala la superficie y aplica una imprimación constituida por blanco de plomo y sombra¹¹¹⁶.

Wilhelmus Beurs en su *De groote Waereld in 't Kleen geschildert* (1692) hace referencia al procedimiento seguido en su tiempo para preparar las tablas. Tras aplicar carbonato cálcico («krijt») mezclado con cola animal, se suaviza la superficie y a continuación se da una imprimación de blanco de plomo mezclado con sombra y aceite. El color de esta imprimación serviría para la representación de una figura, pero para pintar un paisaje, el autor recomienda el empleo de blanco de plomo mezclado con negro¹¹¹⁷. Esta última indicación es de suma importancia, ya que explica el empleo de los pigmentos en las imprimaciones de acuerdo al objeto representado. De esta manera puede justificarse el hecho de que un mismo autor aplique distintas imprimaciones, sin necesidad de tener que recurrir a establecer influencias entre los diferentes autores y regiones.

En el tratado ya citado de Bernard Du Puy du Grez se hace referencia a la preparación de los soportes de madera para el temple. El procedimiento empleado es el que se incluye a continuación. Una vez encolada la tela sobre toda la superficie o en las uniones, se da una primera capa de cola. Sobre ésta, se aplica «blanc de craye» (blanco de carbonato cálcico, quizás creta) o «platre» (yeso) mezclado con cola. Una vez seca esta capa, se aplica una segunda sobre la que a su vez se da otra de cola¹¹¹⁸. Para la pintura al óleo recomienda el empleo de un primer encolado, a continuación una capa de blanco (¿carbonato cálcico?) y, por último, una imprimación al óleo. Este autor indica que esta imprimación se realiza con pigmentos de carácter secante, entre los que incluye el «blanc de craye» (posiblemente creta), ocre rojo y tierras¹¹¹⁹. Como se recordará, en el apartado dedicado al empleo de yeso, Vasari hace una referencia similar relativa al uso de pigmentos secantes en la imprimación, si bien este autor recomendaba pigmentos a base de plomo, además de tierras.

¹¹¹⁶ TURQUET DE MAYERNE, Theodore, *op. cit.*, pp. 25, 107.

¹¹¹⁷ BEURS, Wilhelmus: *De groote Waereld in 't Kleen geschildert*, Amsterdam, 1692, pp. 19-20, citado en VAN HOUT, N.: "Meaning and development of the ground layer in seventeenth century painting", en *Looking through paintings. The study of painting techniques and materials in support of art historical research*, Países Bajos, Uitgeverij de Prom, 1998, 199-225, p. 210 y n. 47, p. 220.

¹¹¹⁸ DUPUY DU GREZ, Bernard, *op. cit.*, p. 239.

¹¹¹⁹ *Ibidem*, pp. 242-243.

El texto de Francisco Vicente Orellana constituye otro de los ejemplos que atestiguan la influencia existente entre las zonas donde se empleó sulfato cálcico y las zonas en las que se usó carbonato. El notorio incremento que se produjo en la difusión de los textos procedentes de diferentes países pudo derivar en una mayor heterogeneidad de las prácticas pictóricas dentro de cada región o país. Así, este autor en su *Tratado de barnices y charoles* (1755) describe la preparación de los soportes de madera en base a la aplicación de carbonato cálcico aglutinado con cola animal, sobre la que se pueden aplicar dos tipos de imprimaciones. Una gris, al aceite, o bien dos manos de cola. Por otra parte, esta receta está incluida dentro de una parte del tratado de Orellana que fue escrita por un autor francés entre 1678 y 1720:

*Preparaciones
a base de
carbonato
cálcico según
los autores
españoles*

Modo de preparar la madera para pintar en ella.

Primeramente es menester tomar cola de Cuero, y encollarla, quando estè seca es menester tomar blanco de España, assi como se vende en casa de los Beleros, poner un poco en una escudilla con un poco de agua, para hacerlo desleir, y despues añadir cola, mezclandolo todo junto con una broncha; con esto estregareis la madera, sin pasar cuidado que estè unida, repitiendolo hasta tres manos, una despues de otra, dexandolas secar de una à otra: quando todo estè seco, tomad un lienzo mojado, y estregado por encima para igualar lo que no estè unido. Despues tomareis un pedazo de ante, y estregareis vuestro blanco, dexando lo bruñido como un vidrio, en seguida se encola, unos le dãn mano de Gris al aceyte, otros se contentan con encolarlo dos veces.¹¹²⁰

Según Camilo Bellanger en su *Manual de pintura al alcance de todo el mundo* (francés, trad. al castellano de 1899) aún en su tiempo se pintaban numerosas tablas, si bien eran de pequeño tamaño. Para estos cuadros, generalmente de género, recomienda la utilización de madera de encina, caoba, álamo y ojaranzo¹¹²¹. Respecto a la preparación de este tipo de soporte, prescribe la aplicación de blanco de España aglutinado con cola de pescado. Sobre esta mano se aplica una imprimación en dos capas de blanco de plata (blanco de plomo) en aceite. Por otra

¹¹²⁰ Como ya se ha indicado en el apartado IV. 1.1.3., el texto de este autor se refiere fundamentalmente a la pintura decorativa. VICENTE ORELLANA, Francisco, *op. cit.*, pp. 233-234.

¹¹²¹ Hojaranzo: «Planta arbórea de hojas aovadas o agudas, diseriadadas, desprovistas de tomentosidad salvo en la nervación del envés [...]. Corresponde a la especie *Carpinus betulus* propia de las localidades altas del N. de la Península Ibérica y de Europa». *Nueva enciclopedia Larousse, op. cit.*, vol. 5, p. 4934.

parte, se aplica aceite de lino en el resto de la tabla (reverso y cantos). Este autor indica que algunos artistas pintaban sobre la madera tras haber aplicado únicamente aceite de lino sobre ella¹¹²².

Y, como ya se indicó en el apartado correspondiente a las preparaciones de la pintura sobre tabla del Sur de Europa, Manuel Saenz, al referirse a la pintura al temple sobre este soporte, indica que, tras diversas capas de yeso, se aplicaba una de carbonato cálcico, aunque este último estrato más bien parece constituir el estrato pictórico, ya que los textos de este autor están relacionados con la pintura decorativa¹¹²³.

En el siglo XX, otro tipo de preparación muy común para los soportes de madera y que continúa la tradición de siglos precedentes es la recomendada por K. W. Hild en su *Manual del pintor decorador* (1950). Para este autor, la mejor preparación consiste en la mezcla de diversos pigmentos con creta, siempre y cuando la proporción de ésta no sea excesiva. A continuación, se aplican otras capas para las que el autor recomienda blanco de cinc, de titanio o litopón¹¹²⁴.

Imprimaciones

Ya se han aportado algunos datos con respecto a las imprimaciones en las indicaciones que los antiguos tratadistas realizan respecto a las preparaciones de la pintura sobre tabla. A continuación, se añaden algunos más. Debe subrayarse, aunque ya se haya indicado, que la función de estas capas puede consistir, por una parte, en aportar cierto tono de base y, por otra, en evitar que la preparación absorba excesivamente el aceite de los estratos pictóricos superpuestos. Estas imprimaciones en muchos casos tienen carácter graso. A modo de ejemplo, los análisis efectuados por Enrique Parra sobre obra de El Bosco (Hertogenbosch c. 1450-id. 1516) han detectado la existencia de una capa que podía denominarse de impermeabilización o quizás imprimación. Esta capa está constituida por creta, aceite de lino y un pigmento secante a base de plomo y se superpone a los estratos magros de preparación impregnándolos, con lo que éstos adquieren un matiz amarillento¹¹²⁵. En este caso, el estrato cumple las dos funciones descritas pero quizás, fundamentalmente, la última.

¹¹²² BELLANGER, Camilo: *Manual de pintura al alcance de todo el mundo* (trad. del francés por E. Zamacois), París, Garnier Hermanos, Libreros-Editores, 1899, p. 230.

¹¹²³ SÁENZ Y GARCÍA, M., *op. cit.*, pp. 13, 28-30.

¹¹²⁴ HILD, K. W., *op. cit.*, p. 286. Debe indicarse que, tal como el título de la obra indica, se trata de un texto dedicado a la pintura decorativa.

¹¹²⁵ PARRA, E., *op. cit.*, p. 93.

En algunas pinturas de la Escuela del Tirol han sido aplicadas imprimaciones blancas en las partes pintadas y no doradas y el oro se deposita sobre un estrato de bol¹¹²⁶. Lo mismo se ha podido apreciar en algunas obras de alrededor de 1400 y procedentes de los Países Bajos, en las que la imprimación se aglutinó con una emulsión de base protéica¹¹²⁷. En otras de la Escuela Noruega del siglo XIII se ha aplicado un estrato de blanco de plomo al óleo bajo las figuras, mientras que el pan metálico se habría depositado directamente sobre el estrato de creta¹¹²⁸; sin embargo, en otras tablas también doradas no se ha apreciado ninguna imprimación bajo los estratos pictóricos¹¹²⁹. Este estrato blanco aparece, asimismo, en obras de la Escuela Británica del siglo XIV¹¹³⁰ y de algunos artífices franceses del siglo XV¹¹³¹. En ciertas pinturas de la Escuela Portuguesa del siglo XV se empleó una imprimación de blanco de plomo presumiblemente aglutinada con un medio acuoso, ya que el estudio indica que los estratos pictóricos se ejecutaron con la técnica del temple al huevo¹¹³². Asimismo, según Pérrier-D'Ieteren, la capa de imprimación aplicada por los pintores flamencos del siglo XV está constituida por blanco de plomo¹¹³³; esta imprimación aparece en obras de Van Eyck y Bouts, donde se aplica localmente, y en tablas de

¹¹²⁶ En una pintura del círculo del maestro de Liesborn la imprimación está constituida por blanco de plomo con pequeñas cantidades de amarillo de plomo y estaño. BILLINGE, R. y otros, (1997), "The methods and materials of Northern European painting 1400-1550", *op. cit.*, p. 23 y n. 87 en p. 49.

¹¹²⁷ GOETGHEBEUR, N. y otros, *op. cit.*, p. 18.

¹¹²⁸ En la obra estudiada se han aplicado los panes de plata sobre los estratos de creta. La plata ha sido corlada. KALAND, B. y MICHELSEN, K., *op. cit.*, pp. 197, 202. En una talla en madera de la Colegiata de San Juan de Lieja (s. XIII) se ha observado la aplicación de pan de oro sobre el estrato de carbonato cálcico (se observaron fósiles) y cola. Los autores no indican si se trata de un dorado bruñido o mate debido, posiblemente, a la dificultad o imposibilidad de determinar este aspecto. Como se recordará, ciertos autores indicaban que algunas obras de alrededor del siglo XIII se habían dorado y bruñido sobre yeso muy fino, sin haber aplicado previamente los estratos de bol. Sería interesante comprobar si se da también esta práctica utilizando carbonato cálcico. Asimismo, queda pendiente para futuras investigaciones el estudio del desarrollo de la técnica del dorado durante los siglos XII y XIII. Cfr. SERCK-DEWAIDE, M. y SERCK, L. *op. cit.*, p. 83.

¹¹²⁹ En el retablo de Werden no se ha apreciado capa de imprimación en las áreas no doradas. BILLINGE, R. y otros, (1997), "The methods and materials of Northern European painting 1400-1550", *op. cit.*, p. 23.

¹¹³⁰ Esta imprimación se sitúa sobre el dibujo subyacente. BUCKLOW, S., *op. cit.*, p. 177.

¹¹³¹ BILLINGE, R. y otros, (1997), "The methods and materials of Northern European painting 1400-1550", *op. cit.*, p. 22. Estos autores se refieren, en concreto, a Jean Hey, más conocido como Maestro de Moulins, artífice que desarrolla su actividad durante el siglo XV.

¹¹³² CARVALHO, A. de, "Estudo da técnica da pintura portuguesa do século XV", *op. cit.*, p. 54.

¹¹³³ PÉRIER-D'IETEREN, C., *op. cit.*, p. 19.

Justo de Gante¹¹³⁴, Van der Goes¹¹³⁵, Gerard David, Memling¹¹³⁶ y Juan de Flandes, en las que es aplicada en la mayor parte de la superficie¹¹³⁷.

En un estudio efectuado sobre diversas obras atribuidas a Rogier van der Weyden y su taller se han observado imprimaciones blanquecinas. En ciertos casos como la *Magdalena leyendo* y la *Exhumación de san Huberto*, la imprimación es ligeramente gris y está constituida por blanco de plomo y algunas partículas de pigmento negro. En *San Ivo*, la imprimación contiene, únicamente, blanco de plomo¹¹³⁸. Este estrato a base de blanco de plomo ha sido detectado incluso en obra flamenca del siglo XVI, correspondiente a Van Orley¹¹³⁹, Brueghel El Viejo¹¹⁴⁰ y a Jan Gossaert¹¹⁴¹. Estos estratos evitan la pérdida del aglutinante de los estratos pictóricos a la vez que recuperan la blancura que pierden los magros de creta cuando se impregnan con un aglutinante oleoso. Ya se ha indicado que el aceite modifica su poder cubriente, como ocurre con el yeso.

Las alas de un retablo pintadas por Maarten van Heemskerck a mediados del siglo XVI presentan una imprimación constituida por blanco de plomo aglutinado

¹¹³⁴ Joos Van Wassenhove (c. 1435-1440-1475 o después). Su estilo está influido por Dirk Bouts y en algunos aspectos es similar a Hugo Van der Goes. *Nueva enciclopedia Larousse, op. cit.*, vol. 5, p. 4284.

¹¹³⁵ Hugo Van der Goes, pintor neerlandés (¿Gante? c. 1440-Auderghem 1482). Realiza numerosos trabajos para Brujas y Gante. Su obra maestra es la *Adoración de los pastores* (Uffizi). *Ibidem*, vol. 10, p. 10114.

¹¹³⁶ Hans Memling (Selingenstadt, c. 1433-Brujas 1494). Ciertos críticos han sugerido que Memling estudió en el taller de R. Van der Weyden. Recibió numerosos encargos de otros países, entre los que se encuentran los que forman parte de la colección de Isabel la Católica. *Ibidem*, vol. 7, p. 6392.

¹¹³⁷ PÉRIER-D'ETEREN, C., *op. cit.*, p. 19.

¹¹³⁸ BILLINGE, R. y otros, (1997), "The materials and technique of five paintings by Rogier van der Weyden and his workshop", *op. cit.*, p. 72.

¹¹³⁹ En la *Virgen de la mosca*, ya aludida, se ha aplicado una capa de blanco de plomo sobre la preparación, a base de carbonato cálcico. Los autores del estudio indican que el dibujo subyacente se habría realizado sobre esta capa. DÍAZ MARTOS, A. y CABRERA GARRIDO, J. M., *op. cit.*, pp. 30-31.

¹¹⁴⁰ ALLART, D., *op. cit.*, p. 66. A pesar de que se trata de un autor bien conocido para el lector versado en el campo del arte, quizás convenga aportar una ligerísima reseña de su vida para los lectores ajenos o menos especializados en este ámbito. Peter Bruegel nace hacia 1525-1530 en Breda? y muere en Bruselas en 1569. Se formó en el taller de Pieter Coecke. Visita Italia entre 1552-1553, siendo en Flandes uno de los adelantados del renacimiento italiano. *Nueva enciclopedia Larousse, op. cit.*, vol. 2, p. 1392.

¹¹⁴¹ Dentro de la obra de Jan Gossaert se ha observado este tipo de imprimación en dos obras de la Colección de la National Gallery de Londres, *Niña pequeña* y *Hombre sosteniendo un guante*. BILLINGE, R. y otros, (1997), "Gossaert's Adoration of the Kings", *op. cit.*, n. 21, p. 97.

con aceite. En esta ocasión, sin embargo, el color de la imprimación fue modificado posteriormente por un estrato rosáceo, que los autores del estudio denominan «underpaint». La función de este estrato rosáceo, que se aplicó localmente evitando las zonas de paños azules, consiste únicamente en modificar levemente el color de la imprimación, a la vez que matiza el dibujo subyacente¹¹⁴². En ciertas obras de la Escuela Flamenca, después de aplicar en algunas zonas un estrato blanco a modo de imprimación, sobre éste y específicamente en las partes sombreadas de rojos, azules y verdes se ha aplicado un estrato grisáceo que facilita el modelado¹¹⁴³.

A partir de la información aportada por algunas de las referencias anteriores, parecen existir indicios de la aplicación de estratos de imprimación ejecutados con medios de carácter magro en la obra de algunos pintores del Norte de Europa. Un estudio efectuado por R. Billinge y sus colaboradores precisamente apunta hacia este dato en obra del siglo XV correspondiente a autores de los Países Bajos, como Robert Campin¹¹⁴⁴, Dieric Bouts¹¹⁴⁵ y Rogier Van der Weyden¹¹⁴⁶. Hay que señalar que, en cualquiera de estos casos, las capas estudiadas son muy delgadas, con gran cantidad de medio y escasas partículas, con lo que los estudios se han llevado a cabo con gran dificultad. Ésta se incrementa debido a que, cuando el medio de la imprimación es oleoso, la parte superior de los estratos magros de la preparación al impregnarse con el aglutinante se vuelve translúcida, lo que puede contribuir a la pérdida de nitidez en la delimitación de estratos y sus correspondientes aglutinantes.

Según el estudio ya referido de R. Billinge, las preparaciones de las pinturas más tempranas de los Países Bajos son más blanquecinas que las de épocas posteriores¹¹⁴⁷. Sin embargo, ya se ha indicado que existen preparaciones a base de

¹¹⁴² HENDRIKS, E. y LEVY-VAN HALM, K., *op. cit.*, p. 77.

¹¹⁴³ PÉRIER-D'ETEREN, C., *op. cit.*, p. 19.

¹¹⁴⁴ Identificado con el maestro de Flémalle (1375-1444), considerado por algunos autores maestro de Van der Weyden. *Nueva enciclopedia Larousse*, *op. cit.*, vol. 4, p. 4011.

¹¹⁴⁵ «Bouts (Dieric, Dirk o Thierry), pintor flamenco (Haarlem c. 1415-Lovaina 1475). Formado en Haarlem, completó probablemente su educación en el taller de R. Van der Weyden en Bruselas». *Nueva enciclopedia Larousse*, *op. cit.*, vol. 2, p. 1330.

¹¹⁴⁶ BILLINGE, R. y otros, (1997), "The methods and materials of Northern European painting 1400-1550", *op. cit.*, p. 23. BILLINGE, R. y otros, (1997), "Five paintings by Rogier van der Weyden and his workshop", *op. cit.*, p. 80. En este último caso los autores no se refieren específicamente a la capa de imprimación sino, simplemente, a los que definen como estratos situados bajo a la capa pictórica.

¹¹⁴⁷ BILLINGE, R. y otros, (1997), "The methods and materials of Northern European painting 1400-1550", *op. cit.*, p. 23.

blanco de plomo en obra de la zona correspondiente al siglo XVI. Según R. Billinge las imprimaciones de esta época son fundamentalmente grisáceas, rosadas o levemente anaranjadas, habiéndose detectado en algunas la presencia de blanco de plomo y minio¹¹⁴⁸. En una pequeña tabla de Jan Gossaert pintada, posiblemente, después de 1509, se concluyó que el estrato está constituido por blanco de plomo, negro de carbón y algunas partículas de bermellón¹¹⁴⁹. Sin embargo, hay que señalar que este autor emplea diversos tipos de imprimación; la obra denominada *Adoración de los Reyes* presenta una imprimación amarillenta, constituida por blanco de plomo y amarillo de plomo y estaño¹¹⁵⁰. En una obra de Gerard Dou se aplicó una imprimación color ocre¹¹⁵¹. En el *Descendimiento de la Cruz*, de Roger Van der Weyden, del Museo del Prado (c. 1435), sobre el dibujo subyacente se aplicó una imprimación de color rosa-grisáceo, constituida por partículas blancas, rojas y negras¹¹⁵². En la *Piedad* (c. 1460), posiblemente obra de taller del mismo autor, la imprimación está constituida por blanco de plomo y algunas partículas de pigmento rojo y negro, con lo que resulta similar a la del Prado¹¹⁵³. Una obra de Wolf Huber, ya aludida, presenta una preparación constituida por un delgado estrato de carbonato cálcico y cola animal, sobre el que se ha aplicado otro a base de blanco de plomo, rojo de plomo y carbonato cálcico¹¹⁵⁴. Karel van Mander (s. XVI) indica que los pintores de una temprana generación aplicaban sobre el dibujo subyacente la «primuersel», que describe como una capa fina, translúcida (ya que permite apreciar el dibujo subyacente), aglutinada al óleo y de color carne¹¹⁵⁵. En obra de Johannes Cornelisz (s. XVII) se ha detectado la mezcla de carbonato cálcico con otros pigmentos¹¹⁵⁶. En general, durante el siglo XVIII predominarán las preparaciones

¹¹⁴⁸ *Ibidem*, pp. 23-24.

¹¹⁴⁹ CAMPBELL, L. y DUNKERTON, J., *op. cit.*, p. 167.

¹¹⁵⁰ BILLINGE, R. y otros: "Gossaert's *Adoration of the Kings*", *op. cit.*, nota 21, p. 97.

¹¹⁵¹ STRUICK VAN DER LOEFF, L. y GROEN, K., *op. cit.*, p. 100.

¹¹⁵² DÁVILA, M. T. y GARRIDO, C., *op. cit.*, p. 238.

¹¹⁵³ BILLINGE, R. y otros, (1997), "The materials and technique of five paintings by Rogier van der Weyden and his Workshop", *op. cit.*, p. 72.

¹¹⁵⁴ Cfr. BILLINGE, R. y otros, (1997), "Wolf Huber's *Christ taking Leave of his Mother*", *op. cit.*, p. 101.

¹¹⁵⁵ Este autor empleó el término tanto para los estratos preparatorios de carbonato y cola como para la imprimación. V. VAN HOUT, N., *op. cit.*, p. 200. BILLINGE, R. y otros, (1997), "The methods and materials of Northern European painting 1400-1550", *op. cit.*, p. 24. DÁVILA, M. T. y GARRIDO, C., *op. cit.*, p. 238.

¹¹⁵⁶ En el caso de las preparaciones de Johannes Cornelisz se ha detectado la mezcla de blanco de plomo, creta y pequeñas cantidades de sombra u ocre en pintura sobre tabla. HENDRIKS, E., *op. cit.*, p. 237.

coloreadas constituidas fundamentalmente a base de tierras. Ya en el siglo XIX, y durante el XX, como se ha indicado, fue muy común el empleo de carbonato cálcico para preparar las tablas¹¹⁵⁷.

En España, se ha detectado el empleo de carbonato cálcico en las preparaciones de diversas pinturas de Pedro Berruguete y Fernando Gallego. Las obras de ambos pero, especialmente, las del primero, alcanzan las más altas cotas de virtuosismo dentro de la corriente hispano-flamenca. Estos dos autores emplearon soportes de madera de pino¹¹⁵⁸ y estopa adherida con cola animal¹¹⁵⁹. En una obra de Fernando Gallego se ha apreciado la existencia de un lienzo que ocupa toda la superficie¹¹⁶⁰. Los estudios efectuados sobre la obra de estos autores revelan la aplicación de preparaciones que presentan características muy particulares, de manera que no obedecen a las descritas para las preparaciones de yeso, ni tampoco a las de carbonato.

Preparaciones a base de carbonato cálcico en obra de artistas españoles

Así, en ellas participan ambos materiales. En la *Anunciación* de la Cartuja de Miraflores, de Pedro Berruguete, el primer estrato está constituido por yeso grueso (de espesor superior a 1 mm). Sobre éste, se aplicó una capa de carbonato cálcico más delgada (de 30-90 μm)¹¹⁶¹, el dibujo subyacente y, por último, una última capa muy delgada de yeso mate¹¹⁶². El dibujo es inciso y se emplea, además, un pigmento negro. En las obras de Fernando Gallego se ha detectado la mezcla en un mismo estrato de sulfato y carbonato cálcico. A modo de ejemplo, la preparación de *Cristo bendiciendo*, de este autor, está constituida por un primer estrato de yeso grueso sobre el que se ha aplicado yeso mate mezclado con carbonato cálcico¹¹⁶³. La capa de imprimación empleada por el autor en diversas obras se sitúa sobre el dibujo

¹¹⁵⁷ HILD, K. W., *op. cit.*, p. 286.

¹¹⁵⁸ GARRIDO, C., *op. cit.*, p. 311. CABRERA, J. M. y GARRIDO, C., (1981), *op. cit.*, pp. 33, 37, 42.

¹¹⁵⁹ GARRIDO, C., *op. cit.*, p. 311. En el estudio, efectuado sobre la *Anunciación* de la Cartuja de Miraflores, obra de Pedro Berruguete, la autora indica que la estopa, de cáñamo, fue aplicada en las uniones de las tablas. Igualmente aparece estopa en la obra de Fernando Gallego. Cfr. CABRERA, J. M., GARRIDO, C., (1981), *op. cit.*, pp. 37 y 42. En este estudio no se especifica la zona que ocupa la estopa.

¹¹⁶⁰ CABRERA, J. M., GARRIDO, C., (1981), *op. cit.*, p. 33.

¹¹⁶¹ GARRIDO, C., *op. cit.*, p. 313.

¹¹⁶² De acuerdo a la autora, el aglutinante de esta capa constituye una emulsión de sustancias oleosas y protéicas. Sin embargo, debe tenerse en cuenta, como se ha indicado en repetidas ocasiones, la dificultad de efectuar análisis en estos estratos especialmente delgados. *Ibidem*.

¹¹⁶³ CABRERA, J. M., GARRIDO, C., *op. cit.*, (1981), pp. 33, 37, 42.

subyacente realizado con pigmento negro y está constituida por yeso, óxidos de hierro y negro¹¹⁶⁴.

Las obras del Maestro de Sopetrán son atribuibles tanto a un maestro flamenco que trabajase en España (hipótesis más probable, de acuerdo a la autora del estudio) como a un maestro español que hubiera trabajado en Flandes. Se trata de obras correspondientes, posiblemente, a la segunda mitad del siglo XV. En ellas, los materiales empleados parecen responder enteramente a las características observadas en la pintura de los Países Bajos o Noreuropea en general. El soporte es de roble y la preparación está constituida por carbonato cálcico aglutinada con cola animal; su espesor es de 0,5 mm. Presenta dibujo subyacente y una imprimación a base de blanco de plomo. Como aglutinante, tanto de este estrato como de la capa pictórica, interviene el aceite¹¹⁶⁵.

Dorado al agua

Con respecto al proceso del dorado al agua de las tablas en esta zona del centro y norte de Europa, éste se fundamenta, como se ha indicado, en la aplicación de capas de carbonato cálcico y bol¹¹⁶⁶. El texto denominado *Liber illuministarius*, manuscrito que se encontraba originariamente en el Monasterio de San Quirino de Tegernsee (finales del siglo XV)¹¹⁶⁷, describe detalladamente el método de dorado.

Como primera etapa del proceso descrito en este texto, se procede a la aplicación de seis capas de carbonato cálcico («creydn») mezclado con cola; progresivamente se va aumentando la cantidad de carbonato, de manera que las

¹¹⁶⁴ *Ibidem*.

¹¹⁶⁵ GARRIDO, M. C., CABRERA, J. M., (1982), *op. cit.*, pp. 15-31.

¹¹⁶⁶ Este estrato de bol ha sido detectado en diversas obras, entre las que puede citarse un juego de cartas alemanas del siglo XV en las que el soporte está constituido por seis estratos aproximadamente de papel encolado. RICHTER, E.-L. y HÄRLIN, H.: "The 'Stuttgarter Kartenspiel' –scientific examination of the pigments and paint layers of medieval playing cards", *Studies in conservation*, 21, 1976, 18-24, p. 20. También ha sido detectado en algunas pinturas de la Escuela del Tirol donde aparece en las zonas doradas. BILLINGE, R. y otros, (1997), "The methods and materials of Northern European painting 1400-1550", *op. cit.*, p. 23 y n. 87 en p. 49. Estos autores también se refieren a la práctica del dorado bruñido por parte de las escuelas del norte de Europa. V. *ibidem*, pp. 30-31. También aparece bol en un arca conservada en el Museo de Artes Antiguas de Namur (Bélgica), que data de alrededor de 1400. GOETGHEBEUR, N., y otros, *op. cit.*, p. 18. El hecho de utilizar bol podría apuntar hacia la ejecución de un dorado bruñido, aunque éste no es un dato decisivo. Los autores del estudio no se pronuncian al respecto. Otra de las obras donde se observa este estrato de bol son las alas de un retablo pintadas por Melchior Broederlam (flamenco, ¿Ypres? C. 1328-d. 1410) para la Cartuja de Champmol. V. KOCKAERT, L.: "Note on the painting technique of Melchior Broederlam", *Icom Committee for Conservation, 7th Triennial Meeting*, Copenhagen, 10-14 September 1984, 84.19.7-10.

¹¹⁶⁷ El manuscrito se encuentra actualmente en Munich, Bayerische Staatsbibliothek, cod. Germ. 821.

últimas capas tienen menos aglutinante y, por tanto, son más débiles. Respecto al método de aplicación de estas capas, Rachel Billinge y otros autores, en un estudio efectuado sobre la pintura en el Norte de Europa (ya aludido), indican que las preparaciones de creta eran más duras que las de yeso. Acaso la morfología y heterogeneidad del tamaño de las partículas de carbonato cálcico que se observa en las preparaciones de lugar a superficies más duras que las que proporciona el yeso mate. Como se recordará, la morfología y regularidad de ésta, así como el tamaño de las partículas de éste último hace que este material constituya una «cama» que se comprime al bruñirse.

El dorado al agua se basa en la aplicación de estratos de creta sobre los que se depositan los de bol

Pero, por otra parte, la dureza de las preparaciones depende también de la fortaleza de la cola empleada para aglutinar los materiales. Así pues, al igual que en el Sur de Europa, donde se ponía especial cuidado en la elaboración de las colas de las preparaciones, los artífices del Norte encargados de preparar los soportes debieron sin duda valorar las características del carbonato cálcico para mezclarlo con un aglutinante lo más idóneo posible y en la proporción adecuada para llevar a cabo el dorado al agua bruñado.

Continuando con las indicaciones del *Liber illuministarius*, una vez aplicados los estratos de carbonato cálcico, se pule la superficie. A continuación, el texto recomienda la aplicación de un estrato de pigmento de color rojizo (¿bol? ¿algún pigmento rojo?), al que se añadía una pequeña cantidad de aceite secante. Como se recordará, Francisco Pacheco también hacía referencia a la mezcla de una pequeña cantidad de aceite, no en los estratos de bol, sino con los de yeso¹¹⁶⁸. El pan de oro se aplicaba tras pulir el estrato y humedecerlo con aguacola¹¹⁶⁹.

Entre otros textos que describen el dorado al agua, si bien mucho más tardíamente, se encuentra el *Traité sur la peinture pour en apprendre la theorie, & se perfectioner dans la pratique* (1699), de Bernard Du Puy du Grez, que detalla el procedimiento a seguir en el dorado al agua sobre estuco, yeso y madera en base a la aplicación de una primera mano de cola, seguida por doce o quince de blanco de creta («blanc de Craie») o de yeso bien molido, y dejando secar bien entre capa y capa. Una vez pulida la superficie, se aplica bol u ocre molido y templado con cola.

¹¹⁶⁸ V. PACHECO, Francisco, *op. cit.*, libro tercero, cap. VII, pp. 506-507.

¹¹⁶⁹ V. el tratado *Liber illuministarius* en BERGER, E.: *Quellen und technik der fresko, oel-und tempera-malerei des mittelalters*, (1ª ed. de München, 1912, Verlag Von Georg D. W. Callwey), Alemania, Sändig Reprint Verlag, 1982, pp. 191-201 y las indicaciones al respecto en BILLINGE, R. y otros, "The methods and materials of Northern European painting 1400-1550", *op. cit.*, p. 30.

Por último, se dora con agua clara¹¹⁷⁰. Como puede observarse, este autor incluye en sus textos referencias a prácticas más propias quizás de otras zonas como España o Italia. Resulta además interesante la alusión al empleo indistinto de ocre o bol.

Alexandre Souris en su *Traité pratique de peinture industrielle* (1910) realiza una descripción de este procedimiento¹¹⁷¹. Consiste, primeramente, en la aplicación de un encolado inicial, con el fin de desengrasar la madera y adecuarla para recibir las capas de preparación. Esta última se compone de cola fuerte de pergamino y «blanc de Meudon»¹¹⁷² (carbonato cálcico) en polvo. De esta mezcla se aplican entre siete y ocho capas, con la misma cola pero conteniendo una mayor cantidad de blanco. A continuación, se pule e iguala la superficie. Entonces, se aplica una capa amarilla a la cola y, estando seca, se suaviza. Esta capa sirve para dar color a las partes más recónditas de las molduras, donde el oro no puede aplicarse. A continuación, se aplican tres capas de «assiette» (posiblemente bol) mezclado con cola ligera de pergamino, tanto en las zonas donde el oro se bruñe, como en las de dorado mate y se evita que el bol penetre en los huecos más ocultos, donde aporta su color la capa amarilla aplicada con anterioridad. Preparada la superficie, se dora con agua fresca y bruñe. En las zonas de dorado mate, se pasa una ligera mano de cola de pergamino. Por último, se resana¹¹⁷³.

En los tratados
se alude a la
aplicación de
un número
muy elevado
de capas de
creta para
preparar las
tablas

Como ha podido apreciarse, el número de capas de carbonato que se deben aplicar según Souris es algo superior al indicado por el *Liber illuministarius*, pero inferior al de Bernard Du Puy du Grez. En todos los casos se trata de un número elevado debido a que en las preparaciones de carbonato cálcico no existe una doble capa como en las de yeso, constituidas por yeso grueso y mate, sino que todas ellas son del mismo material. Por otra parte, Souris coincide con el *Liber illuministarius* en mantener la misma cola de partida en todas las capas incrementando, no obstante, la cantidad de carbonato cálcico. El *Petit Manuel de dorure sur bois* (1927) de Eugène Wandenberg aún prescribe el empleo de blanco de Meudon en la preparación de las tablas para dorar¹¹⁷⁴.

¹¹⁷⁰ DUPUY DU GREZ, Bernard, *op. cit.*, p. 281.

¹¹⁷¹ SOURIS, Alexandre, *op. cit.*, pp. 279-281.

¹¹⁷² Más adelante se describirá con detalle este material.

¹¹⁷³ SOURIS, A., *op. cit.*, pp. 279-281.

¹¹⁷⁴ WANDENBERG, E.: *Petit manuel de dorure sur bois*, París, Imprimerie des Beaux-arts, 1927. Cfr., especialmente, las pp. 15-17.

Textos españoles o bien traducciones ya de entre fines del siglo XVIII y el siglo XX recogen, además de las prácticas tradicionales del Sur, otras más propias del Norte de Europa. El tratado de Francisco Vicente Orellana, como se ha indicado, recopila cinco textos de los cuales, al menos dos, son de origen francés. En uno de éstos, posiblemente copiado de un tratado francés de 1672, se describe la forma de dorar de oro bruñido «marcos, ù otras piezas que se quieran», de acuerdo a los materiales empleados en el Norte. El procedimiento a seguir es el siguiente. Primeramente, se rae la madera mediante el empleo de un vegetal denominado, en España, cola de caballo¹¹⁷⁵. A continuación, se aplican dos o tres manos de cola de retazos de guantes blancos. Esta cola se elabora hirviendo retazos de guantes en agua y colando la sustancia obtenida a través de un lienzo. Después, se dan nueve o diez manos de «blanco», dejando secar entre capa y capa. Este blanco se prepara con «blanco de greda» (muy probablemente creta o carbonato cálcico en general), que se rae y mezcla con cola muy caliente. Una vez hecho esto, se toma una brocha o un lienzo húmedos y se restriega la superficie. Se deja secar y con un pedazo de ante o tela nueva se suaviza. A continuación se aplica aguacola con un lienzo escurrido. Entonces se dan al menos tres capas de la sustancia que el autor denomina «oro-color» y que quizás sea ocre amarillo y se pasa un lienzo sobre la superficie para pulirlo. Se dora con aguardiente muy fuerte. Para bruñir se emplea el diente de perro¹¹⁷⁶.

El autor hace referencia a otro modo de dorar en el que se emplea bol, al que se añade «lapis de piedra de mina» y una pequeña cantidad de grasa. Puede añadirse a la mezcla agua de jabón. Para utilizar el bol, se mezcla con aguacola, que será como la utilizada para dar las capas de blanco, pero en este caso se le añadirá un tercio de agua. Se aplican tres o cuatro manos, dejando secar bien entre capa y capa. Antes de proceder a dorar, se frota la superficie con un lienzo¹¹⁷⁷.

Algunos autores recomiendan la adición de lápiz de plomo y grasa al bol

Como se recordará, también Francisco Pacheco refería la adición de una pequeña cantidad de lápiz de plomo molido para dar mayor suavidad al bol¹¹⁷⁸. En una obra del círculo del Maestro de Santa Verónica, de la Escuela de Colonia, el

¹¹⁷⁵ Ya se ha descrito con anterioridad este material.

¹¹⁷⁶ El texto francés aludido es el siguiente: *L'école de la miniature dans laquelle on peut aisément apprendre à peindre sans Maître, ainsi que les secrets de faire les plus belles couleurs. L'or bruni et l'or en coquille*, Paris, chez J. B. G. Musier fils, libraire, 1^a ed., 1672. VICENTE ORELLANA, Francisco, *op. cit.*, pp. 195-196.

¹¹⁷⁷ El autor indica que debe añadirse sanguina al conjunto. Cfr. *Ibidem*, pp. 196-197.

¹¹⁷⁸ PACHECO, Francisco, *op. cit.*, libro tercero, cap. VII, p. 507.

estrato rojizo contiene partículas de pigmento negro. Los autores del estudio no indican, sin embargo, de qué material se trata¹¹⁷⁹.

Purificación de
la creta

En el *Manual teórico-práctico del pintor, dorador y charolista*, de Manuel Sáenz (1902) se hace referencia al empleo de «tierra blanca» para dorar. Este autor identifica el carbonato de calcio natural con tierra blanca, blanco de España, blanco de Meudon y creta¹¹⁸⁰. Para preparar esta última, según Manuel Sáenz, se sumerge en agua del mismo modo que el yeso mate, si bien en este caso se mantiene un menor número de días

Yeso mate.- se hace echando el yeso blanco en agua hasta que crezca y se mate bien; una vez conseguido esto, después de dos o tres días de estar en agua, se cuela por un cedazo fino, se vuelve á una vasija donde se pueda sacar todos los días el agua que queda encima, y en quedando en un estado suficientemente trabado, se hacen pastillas puestas sobre tejas ó tablas al sol, y queda hecho el yeso mate; la misma operación se hace con la tierra blanca, pero ésta necesita menos tiempo para matar la parte caliza que contiene.¹¹⁸¹

De la denominación «tierra blanca» podría deducirse quizás el empleo de creta, por la blandura del material, que se purificaría gracias a sucesivos lavados en agua. Por otro lado, del hecho de que se haga referencia a la acción de matar el material prodría quizás inferirse que el empleo de cal viva, apagada en agua y acaso convertida en carbonato cálcico, si se deja secar durante cierto tiempo al aire¹¹⁸².

Otro dato interesante que aporta este autor es la práctica foránea, en concreto francesa, de añadir una pequeña cantidad de «aceite ó sebo de cabrito» al bol. De ella indica:

[...] le da más suavidad, pero aquí no estamos acostumbrados, y se necesita mucha práctica y tacto para usar ese procedimiento [...]¹¹⁸³

¹¹⁷⁹ BILLINGE, R. y otros, (1997), "The methods and materials of Northern European painting 1400-1550", *op. cit.*, p. 31.

¹¹⁸⁰ SÁENZ Y GARCÍA, Manuel, *op. cit.*, pp. 12-13.

¹¹⁸¹ *Ibidem*, pp. 13 y 220.

¹¹⁸² Campins de Codina considera «tierra blanca» como sinónimo de «yeso de pintor» (sulfato cálcico dihidrato), denominándose también «tierra alba». CAMPINS DE CODINA, A.: *Tecnología química de los barnices y pinturas*, Barcelona, Reverté, 1951, p. 98.

¹¹⁸³ SÁENZ Y GARCÍA, Manuel, *op. cit.*, pp. 220-221.

Como se recordará, en el *liber illuministarius* se hacía referencia a esta misma práctica, más de cuatrocientos años antes.

Manuel Sáenz describe con todo detalle el «aparejado o preparado a la francesa» para dorar. Básicamente, el procedimiento a seguir es el mismo referido en el capítulo dedicado a las preparaciones a base de yeso. En este caso se sustituye este material por carbonato cálcico:

La cola para el preparado á la francesa se hace de pergamino ó piel de conejo; primeramente se da una mano de cola bien caliente sobre la madera, y después de plastecido, cuyo plaste se hace con dicha cola y tierra blanca (blanco de Meudon), se le dan de seis á ocho manos, picando con la punta de la brocha las primeras manos, lo que se consigue no llevando la brocha tendida, sino con la punta de los pelos, y al darlo se procura golpear con la brocha; este aparejo se hace con la cola y la tierra blanca; cuando ya tiene suficiente yeso, lo que será cuando tenga doble de grueso que para la española, se procede á la operación del apomazado, el cual se hace con unos pedazos de piedra pómez, hechos á la figura de la obra que se trabaja; es menester, para esta operación, mojar la obra á menudo, y no apomazar en seco, y después de haber dejado, tanto los lisos como la talla, muy fina y tersa, se concluye dándole algunos toques con los hierros. [...] después en enjuga con un lienzo fino, y se lava con agua y esponja; en este estado se deja secar bien, y se le da una mano de lija fina, mejor con la vegetal, procediendo en seguida á dar el bol, etc.¹¹⁸⁴

Constancio Amich Badosa en su *Manual del dorador sobre madera* es otro de los autores que describe la técnica del dorado al agua mediante el empleo de carbonato cálcico. La primera operación a realizar consiste, según el autor, en desengrasar la superficie de la madera mediante el empleo de agua muy caliente. A continuación, se aplica el primer baño, constituido por blanco de España en polvo, tamizado y mezclado con cola de piel y colado. Después de esta primera mano se aplica un emplastecido con una masa de grueso-blanco¹¹⁸⁵. Las siguientes capas, entre cuatro y ocho, habrán de ir más cargadas de carbonato que la primera. A este respecto, el texto concuerda en cierta forma con las indicaciones del *Liber illuministarius* y Alexander Souris. Una vez seca la superficie, se humedecen gotas y

¹¹⁸⁴ *Ibidem*, pp. 226-227.

¹¹⁸⁵ El autor no describe esta sustancia, si bien puede tratarse del mismo material, es decir, blanco de España y cola, pero más espeso.

rebabas, eliminándose con espátula. Asimismo, con esta herramienta se alisan y reafirman los ángulos de las partes planas. También se emplean los hierros de repasar. A continuación, se pule la superficie con la asperilla mojada¹¹⁸⁶ y piedras artificiales y con una brocha se limpia de polvo la superficie. Después se lava ésta con una esponja.

El siguiente paso constituye el proceso que Constancio Amich denomina «teñido de amarillo», que consiste en la aplicación de un baño de cola con tres cuartas partes de agua y ocre. A continuación, se prepara bol poniéndolo en remojo y añadiéndole aguacola. El autor explica que, si sale espuma, está flojo, mientras que si queda especialmente oscuro, está demasiado fuerte. El punto ideal se consigue cuando aparecen pequeños ojitos sobre la superficie, que luego desaparecen. Deben dejarse secar bien las capas de bol (tres manos). El bol se bruñe con el perro, brochita de pelo corto, duro y terminado en sección, a la que ya se ha hecho alusión. Y ya para dorar, el autor únicamente indica que se moja la superficie, se aplica el oro, dejándose secar y se bruñe. Sobre las partes que van de mate se aplicaba agua cola (tres cuartas partes de agua por una de cola)¹¹⁸⁷.

El aparejo para un dorado con prisa, según este autor, podría consistir en la mezcla de blanco de Meudon, tierra de alfarería y amarillo de cromo oscuro mezclado cola¹¹⁸⁸.

Sobre el dorado al mixtión, el autor indica que existen numerosas clases y puede añadirse amarillo de cromo al aceite¹¹⁸⁹.

Además del dorado al agua, tanto mate como bruñido, la técnica de dorado con mordiente fue muy empleada en el Norte de Europa. Algunos de los pigmentos más utilizados en los mordientes oleosos (u óleo-resinosos), bien por sus propiedades

¹¹⁸⁶ Asperilla: Según la Enciclopedia Larousse se trata de una planta herbácea, hepática estrellada, también denominada raspilla, que presenta flores azules, en hacecillos axilares y crece en la Península Ibérica. *Nueva enciclopedia Larousse, op. cit.*, vol. 1, p. 764 y vol 8, p. 8300.

¹¹⁸⁷ AMICH BADOSA, Constancio: *Manual del dorador sobre madera*, Barcelona, Sintet, 3ª ed., 1985, pp. 49-95.

¹¹⁸⁸ *Ibidem*, pp. 93-95.

¹¹⁸⁹ *Ibidem*, pp. 82-89.

secantes, bien por su color o por ambas cualidades son blanco de plomo, amarillo de plomo y estaño, minio, tierra amarilla y roja y pigmento negro¹¹⁹⁰.

Y, para finalizar con este apartado, de igual modo que en el Sur de Europa, en el Norte también se empleó plata corlada en los paneles pictóricos. Diversos paneles noruegos presentan pan de plata sobre el que se ha aplicado una veladura amarilla¹¹⁹¹. Esta veladura aparece, asimismo, en el retablo del altar de la iglesia de Santa Ana en Liepaja (s. XVII)¹¹⁹².

**IV. 2.1.3. Otras utilidades del carbonato cálcico,
posiblemente empleado en forma de creta.
Brocados aplicados. Utilización a modo de pigmento.
Empleo de carbonato cálcico en la preparación de lienzos**

Además de ser empleada abundantemente en la preparación de tablas, la creta o las calizas constituidas por fósiles en general tuvieron otras utilidades. Una de estas aplicaciones se dio en el procedimiento llevado a cabo en la realización de brocados aplicados.

*Empleo de creta en
los brocados
aplicados*

Como en el Sur de Europa, también en el Norte la decoración con hoja de estaño en relieve, denominada generalmente brocado aplicado, constituyó uno de los argumentos decorativos empleados con cierta frecuencia. Como se recordará ya que

¹¹⁹⁰ BILLINGE, R. y otros, "The methods and materials of Northern European painting 1400-1550", *op. cit.*, p. 31. Un estudio efectuado sobre una talla en madera del siglo XIII originaria de los Países Bajos revela que, a modo de mordiente, se ha utilizado la mezcla de blanco de plomo, pigmento negro y ocre. V. SERCK-DEWAIDE, M. y SERCK, L., *op. cit.*, p. 83. En las alas del retablo Herlin (fines del siglo XV) el mordiente se elaboró con un aceite secante y una pequeña cantidad de blanco de plomo. V. RIEBER, F. y STRAUB, R. E., *op. cit.*, p. 143. En numerosos tratados se hace referencia a la técnica del dorado con mordiente al óleo o al temple. V., a modo de ejemplo, HILD, K. W., *op. cit.*, pp. 315-322.

¹¹⁹¹ KALAND, B. y MICHELSEN, K., *op. cit.*, p. 197, PLAHTER, L. E. y PLAHTER, U., *op. cit.*, p. 132.

¹¹⁹² TUNA, I. y PORIETE, I.: "The research of the paintings of altar retable in Anna Church at Liepaja", *6th International Conference on Non-Destructive Testing and Microanalysis for the Diagnostics and Conservation of the Cultural and Environmental Heritage*, Roma, mayo 17th-20th, 1999, 2217-2222. Cfr. la p. 2219.

se ha descrito en el apartado dedicado al yeso, el brocado aplicado constituye una técnica decorativa, empleada tanto en pintura como en obra escultórica, en la que hojas de estaño con motivos ornamentales se disponen sobre la obra mediante el empleo de un adhesivo. La hoja de estaño solía dorarse mediante la aplicación de panes metálicos o de una corla amarilla; sobre esta hoja de estaño podía pintarse, antes o después de su colocación sobre la obra.

Descripción del
procedimiento
decorativo
denominado
brocado aplicado
según el Liber
Illuministarius

Este método de decoración con hoja de estaño en relieve es descrito en el *Liber illuministarius* y recuerda en gran medida al ya referido en el capítulo del yeso, descrito por Cennino Cennini. Consistía en colocar la hoja de estaño sobre un molde y, sobre ésta, estopa húmeda. A continuación se golpea la lámina con el fin de que se adapte a la forma del molde. Después, se aplica el relleno constituido presumiblemente por creta, mezclada con resina y molida con agua. La suposición de que se trata de creta se basa en las indicaciones recogidas en el texto respecto a que se raspe el material, de lo que se deduce su carácter friable, siendo esta propiedad característica de la creta. Otros rellenos referidos en este texto son pintura a la cola o al aceite. Así, si se desea un relleno rojo, se recomienda el empleo de bermellón y aceite; para uno azul, verde azul (¿azurita?, ¿azul artificial?) o lazur (¿azul ultramar? ¿azurita?); para uno pardo, rojo oscuro y cola; para uno verde, cardenillo y aceite. Esta mezcla se extendía con un cuchillo. Molde y estaño se separan mediante el empleo de un cuchillo y soplando entre ambos.

Utilización de
oro partido en
los brocados
aplicados

Para dorar, el texto prescribe el empleo de un huevo entero batido para su aplicación a modo de mordiente¹¹⁹³. El dorado, de acuerdo a este texto, se realizaba mediante el uso de «zwischen golt»¹¹⁹⁴, posiblemente el «oro partido» español. Como se recordará, son panes constituidos por dos caras, una de oro y otra de plata, y que se aplicaban con el oro hacia el exterior. Estudios técnicos efectuados sobre brocados aplicados han detectado la utilización de este material¹¹⁹⁵. Estas láminas constituyen sustitutos económicos de los panes de oro y se aplicaron en numerosas obras, tanto del Norte de Europa¹¹⁹⁶ como del Sur.

¹¹⁹³ Otro autor que hace referencia al adhesivo a emplear sobre el estaño es Turquet de Mayerne, que refiere la utilización de pepitas de membrillo frotadas. V. TURQUET DE MAYERNE, Theodore, *op. cit.*, p. 120.

¹¹⁹⁴ BERGER, E., *op. cit.*, p. 195.

¹¹⁹⁵ COLINART, S. y EVENO, M., *op. cit.*, pp. 162-165.

¹¹⁹⁶ Se ha detectado en un juego de cartas alemán del siglo XV. V. RICHTER, E.-L. y HÄRLIN, H., *op. cit.*, p. 20. Estos autores refieren también el empleo de este material en el retablo Tiefenbronn, remitiendo al siguiente estudio: STRAUB, R. E. y otros: *Der Magdalenealtar des Lucas Moser*,

Las hojas de estaño se disponían en la obra mediante un adhesivo. En el *Liber illuministarius* se indica el empleo de cola o harina y resina; cuando se trata de superficies sin preparar, previamente deben aplicarse tres manos de cola. Para el muro recomienda cal y aceite¹¹⁹⁷.

Como se indicó en el apartado dedicado al yeso, la técnica de la aplicación de la hoja de estaño aparece en épocas muy tempranas. Ya en la Catedral de Rochester existe una pintura mural datada a mediados del siglo XIII en la que aparece la Rueda de la Fortuna en cuya representación se ha empleado la hoja de estaño, aunque en este caso en decoración plana¹¹⁹⁸.

Pero ya tratando más específicamente la decoración con estaño en relieve, los estudios efectuados sobre diversas obras ponen de manifiesto que el relleno de los brocados aplicados puede estar constituido por diversas sustancias. En los estatutos de 1470 de Amberes la sustancia de relleno es denominada «semente»¹¹⁹⁹.

*Relleno de los
brocados
aplicados*

La efigie policromada de Geoffrey de Lucy (c. 1350) que se encuentra en la Abadía Lesnes de Kent presenta una decoración en la que la hoja de estaño se rellena con creta, posiblemente mezclada con cola, aplicándose a continuación un estrato de carbonato cálcico, minio y blanco de plomo en aceite¹²⁰⁰. En la Capilla de Nuestra Señora de Undercroft de la cripta de la Catedral de Canterbury (1370), la estratigrafía de una estrella que adorna una de las naves muestra que el primer estrato del relleno de la hoja de estaño está constituido por cera, mientras que el segundo se compone de minio y carbonato cálcico y el tercero está constituido por rojo de plomo¹²⁰¹. En unos relieves bohemios (fines del siglo XIV) el relleno se estructuró en dos estratos; el superior está constituido por ocre amarillo y rojo, cal y sílice, en un medio de centeno y cola, mientras que el inferior se compone de ambos ocre y blanco de

München, Deutscher Kunstverlag, 1974. En la obra *La Trinidad con Cristo Crucificado*, de la Escuela Austríaca, el pan metálico empleado probablemente sea oro partido. BILLINGE, R. y otros, (1997), "The methods and materials of Northern European painting 1400-1550", *op. cit.*, p. 33.

¹¹⁹⁷ BILLINGE, R. y otros, (1997), "The methods and materials of Northern European painting 1400-1550", *op. cit.*, p. 33. V., asimismo, la traducción llevada a cabo por Barbara Stocker, en GONZÁLEZ LÓPEZ, M. J., *op. cit.*, pp. 71-72.

¹¹⁹⁸ DARRAH, J. A., *op. cit.*, p. 53.

¹¹⁹⁹ BILLINGE, R. y otros, "The methods and materials of Northern European painting 1400-1550", *op. cit.*, p. 9.

¹²⁰⁰ DARRAH, J. A., *op. cit.*, p. 59.

¹²⁰¹ *Ibidem*, p. 60.

plomo en un medio oleoso¹²⁰². En un estudio efectuado sobre esculturas medievales alemanas de entre fines del siglo XV y comienzos del XVI se ha detectado la presencia de tres materias diferentes; por una parte, se ha empleado cera, por otro, una materia parduzca, rica en pigmentos y de composición variable y, por último, carbonato de calcio¹²⁰³. El empleo de cera fue realmente muy frecuente, presumiblemente debido a su adaptabilidad a los huecos de la hoja de estaño. Aparece en múltiples obras, como *La Presentación en el Templo* (c. 1460-75), del Maestro de la Vida de la Virgen, en el retablo del Maestro de Liesborn (finales del s. XV) y en la *Conversión de San Huberto*, una de las tablas del retablo de Werden (c. 1480-85)¹²⁰⁴.

Los estudios efectuados sobre obra real han revelado que las sustancias empleadas como adhesivo del brocado sobre la superficie, podían estar constituidos por diversos materiales como carbonato cálcico, minio, tierra roja o pigmento negro, aglutinados con un medio oleoso¹²⁰⁵.

De igual manera que en el Sur de Europa, el oro en polvo también se utilizó para realzar determinadas zonas en las tablas. Podía aplicarse sobre un mordiente o ya aglutinado¹²⁰⁶.

Como se ha indicado, el hecho de que el carbonato cálcico en general y más específicamente la creta, aglutinados con un medio magro, mantengan su poder cubriente es responsable de que este material haya sido ampliamente utilizado como pigmento con esta técnica.

¹²⁰² *Ibidem*, pp. 57-59.

¹²⁰³ COLINART, S., EVENO, M., *op. cit.*, pp. 162-164. Otros datos sobre brocados aplicados en esculturas del Norte de Europa pueden consultarse en BACHMANN, K. W., OELLERMANN, E. y TAUBERT, J.: "The conservation and technique of the Herlin Altarpiece (1466)", *Studies in conservation*, 15, 1970, 327-369, BROEKMAN-BOKSTIJN, M. y otros: "The scientific examination of the polychromed sculpture in the Herlin altarpiece", *Studies in Conservation*, 15, 1970, 370-400.

¹²⁰⁴ BILLINGE, R. y otros, (1997), "The methods and materials of Northern European painting 1400-1550", *op. cit.*, p. 33.

¹²⁰⁵ En el estudio efectuado por R. Billinge y otros autores se pone de manifiesto que la obra ya mencionada la *Presentación en el Templo* presenta un adhesivo constituido por carbonato cálcico y rojo de plomo aglutinados al aceite. En la obra mencionada del retablo de Werden se empleó negro de huesos y tierra roja. BILLINGE, R. y otros, (1997), "The methods and materials of Northern European painting 1400-1550", *op. cit.*, p. 33.

¹²⁰⁶ *Ibidem*, p. 34.

Así, respecto al empleo de creta a modo de pigmento, es muy probable que este material haya constituido la fuente principal del pigmento denominado blanco de España. Sin embargo, textos como el tratado de Alcherio parecen relacionar el blanco de España con el de plomo. Así, en este texto (1398-1411) se indica:

Utilización de creta a modo de pigmento

[...] postea ponatur in vase vitreato cum creta seu gersa alba pulverizata vel cum bracha pulverizata quae aliter dicitur album plumbum aliter cerusa, atque aliter album Hispaniae [...] ¹²⁰⁷. [...] después, colócalo en un recipiente vidriado con ¿creta? ¿yeso? pulverizado o con bracha, que algunos denominan plomo blanco o cerusa, o con blanco de España [...] ¹²⁰⁸

Como puede observarse, el autor parece considerar sinónimos cerusa y blanco de España, aunque también podría inferirse del texto que ambas referencias representan opciones diferentes. Theodore Turquet De Mayerne relaciona nuevamente estos dos materiales cuando indica que el blanco de España («blanc d'Espagne»), que se denominaba también cerusa («ceruse»), estaba constituido por creta («craye») y cerusa a partes iguales ¹²⁰⁹.

Blanco de España

El pigmento («Spanish white») se encuentra entre los mencionados por William Salmon en su *Polygraphice or The arts of drawing, engraving...* (1675). Este autor se refiere a la pintura de miniaturas. Para elaborarlo, prescribe su mezcla con alumbre:

The Spanish-white is thus made. Take fine Chalk three ounces, Alom one ounce, grind them together with fair water till it be like pap; roul it up into balls, which dry leisurely: then put them into the fire till they are red-hot; take them out, and let them cool: it is the best white of all, to garnish with, being ground withe weak Gum-water. [El blanco de España se elabora así. Toma tres onzas de creta fina, una onza de ¿alumbre?, muélelo todo junto con agua clara hasta que tome la consistencia de una papilla; haz bolas, que irán secando lentamente: entonces, colócalas al fuego hasta que estén al rojo; extráelas y deja que

¹²⁰⁷ MERRIFIELD, M. P., *op. cit.*, vol. 1, rec. 293, pp. 270-271.

¹²⁰⁸ Traducción de la autora de la tesis doctoral.

¹²⁰⁹ TURQUET DE MAYERNE, Theodore, *op. cit.*, pp. 37, 49.

se enfríen: es el mejor blanco para aderezar [la pintura] y se muele con agua de goma débil.]¹²¹⁰

Sin embargo, las referencias que se aportan a continuación, todas ellas posteriores, parecen ya identificar creta con blanco de España, aunque no puede excluirse la hipótesis de la presencia de otros materiales calizos en su elaboración.

Bernard du Puy du Grez en su *Traité sur la peinture pour en apprendre la theorie & se perfectionner dans la pratique* (1699) identifica «blanc d'Espagne» con «craie» cuando menciona los ingredientes para preparar «stil de grain» a partir de grana de Avignon¹²¹¹.

Blanco de
España, de
Meudon, de
Troyes

M. P. R. y C. Á P. de L., autores de *Traité de la peinture au pastel* (1788) indican que bajo este nombre («blanc d'Espagne») se vendía la creta de Meudon¹²¹², que no era tan blanca como la de Troyes¹²¹³ (situada en la Champaña¹²¹⁴), a pesar de la relativa cercanía de ambas localidades. Según Jean Petit, Jacques Roire y Henri Valot, el blanco de Troyes está integrado prácticamente en su totalidad por cocolitos, constituyendo una roca especialmente blanca y pura. Sin embargo, de acuerdo a estos autores, la parte occidental de la cuenca parisina (Meudon está situado al suroeste de París) está constituida por creta que contiene briozoos y es más basta, más impura¹²¹⁵.

El proceso de elaboración del material, según los autores del *Traité de la peinture au pastel*, comprendía su calentamiento y posterior hidratación, dividiéndose a continuación en pequeños panes. Los autores inciden especialmente

¹²¹⁰ SALMON, William: *Polygraphice or The arts of drawing, engraving, etching, limning, painting, washing, varnishing, gilding, colouring, dying, beautifying and perfuming*, Londres, Ands. Clark for John Crumpe at the Sign of the three Bibles, 3ª ed., 1675, pp. 75-76.

¹²¹¹ DUPUY DU GREZ, Bernard, *op. cit.*, p. 250.

¹²¹² Meudon es un municipio de Francia situado al SO de París, junto al Sena. *Nueva enciclopedia Larousse, op. cit.* vol. 7, p. 6478.

¹²¹³ Troyes: Gran centro industrial, c. de Francia, en la Champagne, junto al Sena. *Nueva enciclopedia Larousse, op. cit.* vol. 10, p. 9893.

¹²¹⁴ «Champagne, Nombre con que a veces se designan en Francia los llanos de caliza o de creta [...] Suelen distinguirse: La Champagne berrichonne, en los dep. de Cher y de Indre; la Champagne mancelle, en los dep. de Sarthe y de Mayenne; la Champagne de Saintonge, en los dep. de Charente y de Charente-Maritime. Champagne, Región geográfica de la parte oriental de la Cuenca de París, que se extiende desde el Aisne, al N, hasta la región comprendida entre el Sena y el Yonne, al S. (Da su nombre a una circunscripción de acción regional que agrupa los departamentos de Ardennes, Aube, Marne y Haute-Marne)». *Nueva Enciclopedia Larousse, op. cit.*, vol. 3, p. 2593.

¹²¹⁵ PETIT, J., ROIRE, J. y VALOT, H., *op. cit.*, pp. 68-69.

en que este calentamiento tiene que ser similar al del yeso, evitando sea tan intenso que el material se transforme en cal viva¹²¹⁶. Debe indicarse, no obstante, que el tratamiento prescrito para la creta en este texto quizás sea específico o esté especialmente recomendado para el empleo del pigmento en la técnica del pastel, ya que este tipo de pintura constituye el verdadero objeto del tratado referido.

Para Paul Fleury el blanco de España, que considera sinónimo de Meudón

[...] es á la pintura en seco lo que la cerusa es á la pintura al óleo; es decir, constituye la base de los trabajos de cola. Hasta el día es la mejor sustancia empleada, y no obstante los numerosos esfuerzos que se intentan de diez años á esta parte, será difícil que la desposean de su papel principal.¹²¹⁷

Sin embargo, este autor confunde el pigmento, al que denomina también «blanco de tiza», con el yeso mate español:

Es ciertamente el más común de todos los blancos; todo el mundo conoce el banco de España, que los españoles llaman «yeso mate», cuyo uso está muy esparcido.¹²¹⁸

La confusión puede deberse a que en España las funciones del carbonato de calcio han sido, en numerosas ocasiones, desempeñadas por el yeso, como ya ha podido observarse. Asimismo, este error se ve potenciado actualmente debido a que resulta frecuente el empleo de la denominación blanco de París para referirse al blanco de España –debido probablemente a que solía extraerse de zonas próximas a París– y la expresión yeso de París para el yeso hemihidrato, como se ha indicado en el capítulo II.

Manuel Sáenz y García indica que el carbonato cálcico es natural y se denomina «blanco de España», «Blanco Meudon» y «creta». Asimismo, señala, como se ha indicado, que en España se conocía con el nombre de «tierra blanca». Según M. Sanz, estas tres denominaciones del carbonato cálcico serían sinónimas del término de tierra blanca:

¹²¹⁶ M. P. R. de C. y C. à P. de L.: *Traité de la peinture au pastel*, París, Defer de Maison neuve, Libraire, 1788, pp. 54-55.

¹²¹⁷ FLEURY, Paul, *op. cit.*, p. 31.

¹²¹⁸ *Ibidem*, pp. 30-31.

esta tierra tiene muchas aplicaciones: se usa en el temple como base de todas las tintas; sirve para todas las pastas, y produce un buen blanco.¹²¹⁹

Eugenio Herranz García en su tratado sobre el dorado alude a una pasta utilizada en la realización de las molduras de los marcos, indicando que se elaboraba con cola fuerte de carpintero, papel deshecho y «tierra blanca». Ya se ha indicado que autores como M. Sáenz señalan que esta tierra está constituida por carbonato cálcico.

J. G. Vivert en *La ciencia de la pintura* (1908) no especifica el tipo de caliza del que proceden los blancos de tiza, de España, de Meudon y Troyes. El autor señala únicamente que se componen de carbonato de cal¹²²⁰.

Alexandre Souris en su *Traité pratique de peinture industrielle* (1910) incluye entre los carbonatos de cal creta («craie»), blanco de Meudon («blanc de Meudon»), blanco de España («blanc d'Espagne») y blanco de Troya («blanc de Troye»). El autor diferencia estos blancos en base al lugar de que se extraen. Así, del de Troya y Meudon, ya se conoce su procedencia. Además, la creta se extraía de la Champaña (Champagne) y el blanco de España de los alrededores de París¹²²¹. El autor no especifica que el componente de todos los blancos sea creta, sino únicamente que se trata de carbonato cálcico.

Como ya se indicó en el capítulo correspondiente a la descripción del carbonato de calcio, el nombre de blanco de España todavía se asigna al material muy puro y, aunque tradicionalmente éste se ha obtenido de la creta de Inglaterra, Francia y Bélgica, en la actualidad se obtiene también a partir de piedra caliza bastante pura. El proceso de elaboración actual pasa por su molienda en seco o mojada, purificación mediante flotación en agua o aire y tamizado. Las diversas calidades se establecen de acuerdo a sus propiedades de reflexión de la luz, tamaño de partícula y suavidad. La calidad más fina se denomina blanco de París¹²²². Efectivamente, aún en nuestros días se consideran sinónimo de creta las denominaciones blanco de España y blanco de París¹²²³.

¹²¹⁹ SÁENZ Y GARCÍA, Manuel, *op. cit.*, pp. 12-13.

¹²²⁰ VIVERT, J. G., *op. cit.*, p. 245.

¹²²¹ SOURIS, Alexandre., *op. cit.*, pp. 2-3.

¹²²² Hawley *diccionario de química y de productos químicos*, *op. cit.*, p. 145.

¹²²³ CAMPINS DE CODINA, A., *op. cit.*, p. 97.

También existen referencias al empleo de carbonato cálcico, quizás en forma de creta, para elaborar pigmentos o, más específicamente, lacas. En el texto denominado *Livro de cómo se facen as côres* (1262) de Abraham ben Judah Ibn Hayyim, se hace referencia al empleo de carbonato cálcico¹²²⁴ para elaborar diversas lacas de color rosa en las que participan también palo de Brasil, alumbre y lejía u orina¹²²⁵. En el *Manuscrito de Estrasburgo* (s. XIV-XV), escrito en lengua alemana, se hace referencia al uso de «criden», con alumbre y Brasil, para elaborar una laca roja¹²²⁶. En los documentos de un fabricante de pigmentos holandés del siglo XVII, Willem Pekstok, se describe la elaboración de una laca roja en base al empleo de cal apagada, alumbre, «krijtwtit» (creta) y, probablemente, Brasil¹²²⁷. En el tratado de Willem Beurs, holandés, del s. XVII, se indica que para elaborar una laca roja a base de palo de Brasil hervido, se adicionaba carbonato cálcico (chalk, según el traductor al inglés) y se daba al pigmento forma de bolitas¹²²⁸. El tratado *Het Kabinet der Verfstoffen* (s. XVIII) indica que la laca florentina se preparaba con cochinilla, vinagre, alumbre y carbonato cálcico (quizás creta), transformando en pequeñas bolas la materia obtenida¹²²⁹. También el *Libro de Simi* (1801) hace referencia al empleo del carbonato en la elaboración de la laca florentina¹²³⁰.

*Empleo probable
de creta para
elaborar lacas*

También se empleó «krijtwtit» para elaborar lacas amarillas en base al empleo de bayas de espino y gualda (el denominado amarillo schiet)¹²³¹. Bernard du Puy du Grez en su tratado *Traité sur la peinture pour en apprendre la theorie & se perfectionner dans la pratique* (1699) hace referencia al uso de «blanc d'Espagne» o

¹²²⁴ El autor del estudio de este texto (escrito en portugués con caracteres hebreos y traducido a su vez al inglés) emplea el término «chalk» que, como se ha indicado, se traduce generalmente al castellano como creta. A pesar de ello, la autora de este estudio ha preferido denominarlo carbonato cálcico con el fin de evitar errores respecto a la naturaleza específica de este material.

¹²²⁵ V. BLONDHEIM, D. S., *op. cit.*, cap. IX, p. 123 y cap. XXVII, p. 130. El tratado, según indicaciones del propio autor, se terminó en Loulé (Portugal) en 1262.

¹²²⁶ BORRADAILE, V. y R.: *The Strasburg manuscript*, Londresn, Alec Tiranti, 1966, pp. 22-23.

¹²²⁷ HERMENS, E. y WALLERT, A.: "The Pekstok papers, lake pigments, prisons and paint-mills", en *Looking through paintings. The study of painting techniques and materials in support of art historical research*, Países Bajos, Uitgeverij de Prom, 1998, pp. 269-294. Cfr. las pp. 271-273.

¹²²⁸ *Ibidem*. Cfr. la p. 275.

¹²²⁹ *Ibidem*. El estudio no aporta el texto original. «La traducción aporta el término chalk».

¹²³⁰ *Ibidem*. Cfr. la p. 276. El estudio no aporta el texto original. «La traducción incluye el término chalk».

¹²³¹ *Ibidem*, p. 281. Turquet De Mayerne se refiere a la elaboración «schitgeel» o «Pinke» mediante el empleo de la hierba «isatis» precipitada con alumbre. A estos ingredientes se añadía creta. TURQUET DE MAYERNE, Theodore, *op. cit.*, p. 131.

«craie» y «graine d'Avignon» entre los ingredientes para elaborar «stil de grain» (laca amarilla)¹²³².

La creta se
empleó para
adulterar
pigmentos

El carbonato cálcico también se ha utilizado para adulterar pigmentos. Así lo indica Souris en su *Traité pratique de la peinture industrielle* (1910), que refiere el empleo de carbonato de cal («craie») para falsificar el blanco de cinc¹²³³. También Paul Fleury en *Nuevo tratado de pintura industrial* (1899) hace referencia a la falsificación de la cerusa con carbonato de cal¹²³⁴.

La creta se
utilizó en el
dorado de
manuscritos

Para dorar en iluminación de manuscritos también fue muy empleado el carbonato cálcico. Debido a la multiplicidad de textos que hacen referencia a este tema, únicamente se mencionarán algunos ejemplos. El *Livro de cómo se facen as côres*, de Abraham Ben Judah Ibn Hayyim (1262) se refiere el empleo de ocre, blanco de plomo y carbonato cálcico para este fin¹²³⁵. En el *Manuscrito de Estrasburgo* se menciona su utilización con cola de pescado y otros ingredientes¹²³⁶. También el tratado de Johannes Archerius, que constituye un compendio de partes procedentes de diversas fuentes, contiene referencias al empleo de este material. En concreto, las prescripciones del fragmento denominado *De coloribus diversis modis tractatur* (1398-1411) que le fueron dadas por Jacob Cona, pintor flamenco que residía en París, incluyen un texto referente al procedimiento a seguir para llevar a cabo un dorado bruñido sobre pergamino, papel, lino, sindone y paneles preparados, mencionándose el empleo de «creta alba» o «gersa alba»¹²³⁷. En *De diversis coloribus* (1398-1411), correspondiente también a los textos de Alcherius, pero esta vez referidos por Anthonio de Compendio, iluminador, aparece otra receta, muy similar a la anterior y empleada con los mismos fines¹²³⁸. Theodore Turquet De Mayerne aporta una receta para dorar al temple en la que hace referencia la empleo

¹²³² DUPUY DU GREZ, Bernard, *op. cit.*, p. 250.

¹²³³ SOURIS, Alexandre, *op. cit.*, p. 6.

¹²³⁴ FLEURY, Paul, *op. cit.*, p. 23.

¹²³⁵ BLONDHEIM, D. S., *op. cit.*, cap. XXV, p. 129. Como ya se ha indicado en otro momento, el autor del estudio del texto, escrito en portugués con caracteres hebreos, ha utilizado el término «chalk» en su traducción al inglés.

¹²³⁶ BORRADAILE, V. y R., *op. cit.*, pp. 24-25. El texto se refiere al empleo de «cretam pellicarie» o «criden».

¹²³⁷ MERRIFIELD, M. P., *op. cit.*, vol. 1, pp. 258-267 (receta 291). Esta autora no aporta una identidad precisa a esta «creta alba», considerando el material sinónimo de yeso, arcilla o carbonato cálcico.

¹²³⁸ *Ibidem*, vol. 1, pp. 280-283 (receta 298).

de bol armenio (bol armeny) sobre blanco de creta («blanc de craye») al temple, bien raído. El dorado se realiza con agua clara. Aunque esta receta más bien concuerda con los procedimientos seguidos para la puesta en práctica del dorado al agua de la pintura sobre tabla, en realidad puede referirse a la pintura de miniatura ya que, a continuación, explica que los pigmentos se aglutinan con goma¹²³⁹. El tratado de William Salmon (1675) *Polygraphice or The arts of drawing...* aporta una receta para dorar pergamino, cubiertas de libro y piel en base a la mezcla de creta («chalk»), bol, goma y azafrán¹²⁴⁰.

Entre los usos que se dieron al carbonato de calcio, uno de los menos estudiados es el relacionado con su aplicación, tanto como pigmento como a modo de preparación, en la pintura de cartas¹²⁴¹.

La creta se empleó como preparación y pigmento en la pintura de cartas

Como se ha indicado, el carbonato cálcico fue utilizado con medios de carácter magro a modo de pigmento blanco, ya que la técnica del temple permite que el material conserve su opacidad. Fue empleado no sólo en los estratos pictóricos de pintura sobre tabla¹²⁴², sino también en lienzos pintados al temple de cola, algunos sin capa de preparación¹²⁴³, que se producían en grandes cantidades al menos desde el siglo XV¹²⁴⁴. Así por ejemplo, el empleo de este material fue detectado en zonas de carnaciones y paños de obras de Quinten Massys¹²⁴⁵ y Dieric Bouts¹²⁴⁶. En estos

Fue muy importante el empleo de creta a modo de pigmento en pintura al temple a la cola sobre lienzo

¹²³⁹ TURQUET DE MAYERNE, Theodore, *op. cit.*, p. 118.

¹²⁴⁰ SALMON, William, *op. cit.*, p. 88.

¹²⁴¹ RICHTER, E.-L. y HÄRLIN, H., *op. cit.*, pp. 19-21.

¹²⁴² En este caso se trata de pintura sobre tabla correspondiente al Gótico. PLAHTER, L. E., y PLAHTER, U., *op. cit.*, p. 133. Los autores no indican que se trate de creta.

¹²⁴³ BILLINGE, R. y otros, (1997), "The methods and materials of Northern European painting 1400-1550", *op. cit.*, pp. 9-10, 24.

¹²⁴⁴ La escasez de obras de este tipo anteriores al siglo XV y de estudios técnicos sobre las mismas mantienen en la oscuridad el conocimiento sobre los materiales y técnicas empleados en estas frágiles obras. Sin embargo, ya se ha indicado que algunos tratados y ciertos documentos se refieren a la pintura sobre lienzo con anterioridad a esta época. Diane Wolfthal aporta numerosos documentos relativos a la existencia y proceso de ejecución de estas obras, que en numerosos casos está asociada a la tinción y pintura de paños empleados en la confección de vestiduras o de múltiples ornamentos concebidos para la decoración de estancias y conmemorar acontecimientos diversos. V. WOLFTHAL, D.: *The beginnings of Netherlandish canvas painting: 1400-1530*, Cambridge University Press, Cambridge, etc., 1ª ed., 1989, pp. 1-5.

¹²⁴⁵ ROY, Ashok: "The technique of a 'tuchlein' by Quinten Massys", *National Gallery technical bulletin*, nº 12, 1988, 36-43. Cfr., especialmente, las pp. 42-43. Debe indicarse que el texto, en inglés, indica el empleo de «chalk», que se traduce generalmente como creta. Sin embargo, no se hace alusión al hallazgo de fósiles o restos de fósiles que confirmen su empleo frente a otros tipos de carbonato cálcico. Para situar en su contexto espacial y temporal a este magnífico artífice, quizás convenga recordar algunos datos sobre su vida. Según la *Nueva enciclopedia Larousse*: «Quinten o

casos, también se ha utilizado blanco de plomo como pigmento blanco. Asimismo, ha sido detectado carbonato cálcico en los estratos pictóricos de obras de este tipo de Bruegel¹²⁴⁷. A veces, incluso, el carbonato cálcico se ha empleado aglutinado al óleo y en mezcla con otros pigmentos. Carmen Garrido hace referencia a la detección de carbonato cálcico tanto en los estratos pictóricos como en las preparaciones de la obra de Velázquez¹²⁴⁸. La presencia de este carbonato proporciona una gran transparencia al estrato en el que se encuentra, ya que en un medio graso pierde gran parte de su poder cubriente.

El blanco de plomo de baja calidad estaba constituido en parte por carbonato cálcico

Sin embargo, debe tenerse en cuenta que la mezcla de carbonato cálcico con blanco de plomo o su presencia en estratos donde aparece este segundo pigmento pudo no ser intencionada por parte del pintor; en ciertos casos podría responder al empleo de blanco de plomo de escasa calidad, constituido por una mezcla de ambos materiales, al que ya se ha hecho alusión. De acuerdo a las indicaciones de Simon Eikenberg recogidas en sus escritos de alrededor de 1700, durante el proceso de elaboración del pigmento, que consistía fundamentalmente en someter planchas de plomo a la acción del vinagre, podía añadirse una gran proporción de carbonato cálcico¹²⁴⁹.

Existían en el mercado diversas calidades de blanco de plomo. Crispijn de Passe en su *Den Blom-Hof* (1614) denomina «lootwit» a la constituida por esta

Quentin), pintor flamenco (Lovaina c. 1466-Amberes 1530). Se le considera como el verdadero fundador de la escuela pictórica de Amberes, de cuya guilda se le nombró maestro en 1491. Matsys recogió la herencia de las tradiciones artísticas del s. XV, e introdujo en su pintura, con discreción, las novedades importadas de Italia, especialmente las debidas a Leonardo y Rafael». *Nueva enciclopedia Larousse, op. cit.*, vol. 7, pp. 6311-6312.

¹²⁴⁶ V. BOMFORD, D., ROY, A. y SMITH, A.: "The techniques of Dieric Bouts: Two paintings contrasted", *National Gallery technical bulletin*, vol. 10, 1986, 39-57. Cfr. la p. 49. En este caso tampoco se pone de relieve la existencia de fósiles. Sin embargo, en la *Crucifixion* de Thierry Bouts los autores del estudio subrayan la presencia de éstos. V. MASSCHELEIN-KLEINER, L., y otros: "Examen et traitement d'une detrempe sur toile attribuée à Thierry Bouts", *Institut Royal du Patrimoine Artistique*, XVII, Bruxelles, 1978/79, 5-21. Cfr., fundamentalmente, la p. 20. También Diane Wolfthal hace referencia al empleo de «chalk», sin mencionar la existencia de fósiles en los estratos pictóricos de este tipo de obras. WOFTHAL, D., *op. cit.*, p. 27.

¹²⁴⁷ PHILIPPOT, A., GOETGHEBEUR, N. y GUISLAIN-WITTERMA, R.: "L'Adoration des Mages de Bruegel au Musée des Beaux-arts de Bruxelles. Traitement d'un «tuechlein»", *Institut Royal du Patrimoine Artistique*, XI, Bruselas, 1969, 5-33. Cfr., fundamentalmente, la p. 8. Los autores señalan el empleo de «craie», aunque no se refieren a la presencia de fósiles.

¹²⁴⁸ GARRIDO, Carmen: *Velázquez. Técnica y evolución*, Madrid, El Viso, 1992, pp. 22, 26, 35.

¹²⁴⁹ GOEDINGS, T. y GROEN, K.: "Dutch pigment terminology I", *Hamilton Kerr Institute*, nº 2, 1994, 85-87. Las autoras se refieren al carbonato cálcico con el término «chalk», con lo que quizás haga referencia a la creta.

mezcla. La más pura, según este autor, es el blanco «schillffer»¹²⁵⁰. Jean-François-Léonor Mérimée hace referencia a la mezcla de carbonato cálcico y blanco de plomo, aunque en el texto del autor no pueda discernirse si se trata de una mezcla intencionada llevada a cabo por los pintores, o bien fraudulenta, en la que se habría impuesto el ánimo de lucro de los fabricantes o comerciantes¹²⁵¹. John Stewart Remington y Wilfrid Francis señalan que se añadía carbonato cálcico al blanco de plomo durante su molienda, denominándose entonces «ceruse» (cerusa). También de acuerdo a estos autores, existía un blanco de plomo puro¹²⁵².

Pero, volviendo a los temples sobre lienzo de estas zonas, su técnica y función fueron similares a los de las sargas en España. Como en nuestro país, en los Países Bajos¹²⁵³ existían pintores especializados en este oficio, los cuales eran conocidos como «cleederscrivers»¹²⁵⁴. Este tipo de lienzos de origen flamenco se denominan habitualmente tüchlein¹²⁵⁵.

La técnica y función de los temples sobre lienzo de esta zona fue similar a la de las sargas en España

Se tiene constancia de la temprana práctica de la pintura de lienzos en gran parte de Europa; en Inglaterra, Francia, Flandes e Italia, se daba ya antes del siglo XV¹²⁵⁶. Pero en los Países Bajos existió verdaderamente una intensísima producción, prácticamente industrial, que se exportó a otros países, como por ejemplo a

¹²⁵⁰ Citado en MURRAY, S. y GROEN, K., *op. cit.*, p. 12 y n. 23, p. 20.

¹²⁵¹ MÉRIMÉE, Jean-François-Léonor: *De la peinture à l'huile ou des procédés matériels employés dans ce genre de peinture depuis Hubert et Jean Van-Eyck jusqu'à nos jours*, [ed. facs. de la de París, Mme. Huzard (Née Vallat la Chapelle), Libraire, 1830], París, Erec, 1981, p. 223.

¹²⁵² STEWART REMINGTON, J. y FRANCIS, W., *op. cit.*, pp. 2-3.

¹²⁵³ En Austria se ejecutaron también numerosas pinturas al temple sobre lienzo, tanto de carácter profano como religioso, llegando incluso al siglo XVIII, donde constituyen generalmente grandes decoraciones murales. RANACHER, Maria: "Painted Lenten veils and wall coverings in Austria: Technique and conservation", *Conservation within historic buildings. IIC Vienna Congress*, septiembre 1980, 142-148.

¹²⁵⁴ CAMPBELL, L., *op. cit.*, pp. 188-198. V., especialmente, la p. 191. WOLFTHAL, D., *op. cit.*, p. 6. BILLINGE, R. y otros, (1997), "The methods and materials of Northern European painting 1400-1550", *op. cit.*, p. 10.

¹²⁵⁵ MARTENS, Didier: "A propos d'un Tüchlein flamand du XVIe siècle conservé au Louvre", *La revue du Louvre et des Musees de France*, XXXVI, 6, 1986, 394-402.

¹²⁵⁶ V. WOLFTHAL, D., *op. cit.*, pp. 1-5. Ségolène Bergeon se refiere a los *drapelet* en Francia, *tela renza* en Italia y los *tüchlein* en países alemanes. Cfr. BERGEON, S.: "Painting technique: priming, coloured paint film and varnish", *Journal of the European study group on physical, chemical and mathematical techniques applied to archaeology. Art history and laboratory. Scientific examination of easel paintings*, (ed. Roger Van Schoute y Hélène Verougstraete-Marcq), Estrasburgo, Pact 13, 1986, 35-62.

Inglaterra¹²⁵⁷, Italia¹²⁵⁸ y España¹²⁵⁹. Probablemente, gran parte de estos lienzos se pintaron al temple.

Karel Van Mander, refiriéndose a la vida del pintor Rogier de Brujas, señalaba que, en su época (s. XV), pintó con temple al huevo o a la cola un gran número de lienzos de gran tamaño y con figuras de grandes dimensiones, que se colgaban en las habitaciones a modo de tapices¹²⁶⁰. De la intensa producción de estos lienzos en la zona dan testimonio algunos autores, entre los que se encuentra Francisco de Holanda. En su *Da pintura antiga* (1548) señala:

Tambem se pinta em madeira e em lenço a tempera [...] e os framengos a costumam muito [...]¹²⁶¹

Raffaello Borghini se refiere a estos lienzos («tele di Fiandra»), indicando que se podían enrollar y transportar con facilidad¹²⁶². Seguramente, la posibilidad de su manipulación y transporte haya constituido uno de los factores que propició su amplia demanda, producción y difusión.

Aunque ya se ha hecho referencia a las palabras que Felipe de Guevara dedica en sus *Comentarios de la pintura* (circa.1560) a la pintura sobre lienzo al temple procedente de aquella zona, éstas se repiten, en parte, con el fin de que ilustren la situación de la producción que se daba todavía en aquel tiempo:

Pero entiendo que hay otros [...] que deben ser del mismo parecer que un amigo que tuve en Flandes el año de 1540, el qual en Amberes

¹²⁵⁷ WOLFTHAL, D., *op. cit.*, p. 4.

¹²⁵⁸ Durante el siglo XVI se vendieron cantidades extraordinarias de pintura flamenca en Italia. En 1535 Mattheo de Nasar ofreció al Duque de Mantua 300 pinturas flamencas, de las que compró 120. CAMPBELL, L., *op. cit.*, p. 190.

¹²⁵⁹ *Ibidem*.

¹²⁶⁰ H. Miedema indica que quizás no deba identificarse a este autor con Rogier van der Weyden, sino con un pintor del que se desconocería prácticamente todo. Cfr. VAN MANDER, Karel: *The lives of the Illustrious Netherlandish and German painters*, (tít. orig. *Het Schilder Boek, Waer in voor eerst de leerlustighe Iueght den Grondt der Edel Vry Schilderconst in verscheiden deelen wort voorghedraghen*, introd. y trad. de H. Miedema de la 1ª ed del *Schilder-boek* de 1603-1604, precedido de la vida del autor a partir de la 2ª ed. del texto de 1616-1618), 2 t., t. 1: *The text*, t. 2: *Commentary on biography and lives*, Doornspijk, Davaco, t. 1 de 1994, t. 2 de 1995, t. 1, pp. 70-71 y t. 2, p. 227.

¹²⁶¹ HOLANDA, Francisco de, *op. cit.*, p. 202.

¹²⁶² BORGHINI, Raffaello, *op. cit.*, vol. XIII, libro segundo, p. 173.

me rogó le llevase á ver lienzos pintados al fresco¹²⁶³, para traer algunos á su casa. Llévele en Amberes á la casa donde mejor ropa habia: apartó doce entre muchas docenas que nos sacaron. Venido al precio, pidiónos el maestro á dos ducados por cada uno: mi compañero dexó suspenso el negocio, por que le pareció el precio muy subido: á la tarde desmintióme, y solo dio la vuelta por estas tiendas, y vino cargado de veintiquatro lienzos de á ducado;¹²⁶⁴

De la llegada a Castilla de lienzos procedentes de Flandes (¿pintados al temple?) queda constancia en algunos documentos, entre los que encuentra un memorial de mercancías procedentes de la zona (de hacia 1560), custodiado en la sección *Consejos y Juntas de Hacienda* del Archivo de Simancas. Entre los artículos que provenían de Flandes, se incluyen «lienços pintados de muchas ystorias de todas suertes»¹²⁶⁵. Tan importante fue la venta de obra procedente de esta zona, que incluso algunas ordenanzas de pintores como las de *Granada de 1552* tratan de regular su venta mediante su sometimiento a la crítica de los «veedores»:

A la Península llegaron gran cantidad de estos lienzos flamencos pintados al temple

Item que las imagines que vinieren a esta Cibdad para se vender de Flandes o de otra parte de fuera della en lienço o en madera si fueren falsas no se vendan en ella: y que el mercader o otra persona que tuuiere duda si la obra que vende delas dichas imagines es falsa / o no / que mostrando las alos dichos veedores o alguno dellos y diziendole que las puede vender las venda sin pena [...]¹²⁶⁶

La pintura al temple sobre lienzo, como ya se ha indicado, es una práctica que aparece descrita en textos que se remontan a la Edad Media. Ya en el libro tercero del tratado de Heraclio *De coloribus et artibus Romanorum* (X-XIII), que tiene influencias de fuentes tanto bizantinas como del Norte de Francia e Inglaterra¹²⁶⁷, se describe el modo de pintar y dorar un paño de lino. El procedimiento a seguir

La pintura al temple sobre lienzo aparece referida en textos que se remontan incluso a la Alta Edad Media

¹²⁶³ El autor describe las obras ejecutadas sobre lienzo al fresco como «[...] colores gastadas con cola, ó claras de huevo y otros aparejos [...]». V. GUEVARA, Felipe de, *op. cit.*, p. 137. Probablemente esta denominación tenga que ver con el hecho de que, en todo caso, se trata de aglutinantes de carácter magro. Asimismo, también podría relacionarse con la circunstancia de que esta pintura se ejecutara con el soporte húmedo, como asimismo ocurría en el muro con la pintura al fresco. En párrafos subsiguientes se describe este sistema de ejecución en húmedo, de acuerdo a las instrucciones de Francisco Pacheco y un documento del gremio de pintores de Brujas.

¹²⁶⁴ *Ibidem*, pp. 138-139.

¹²⁶⁵ BRUMONT, Francis, *op. cit.*, p. 189.

¹²⁶⁶ *Ordenanzas de Granada de 1552*, *op. cit.*, p. CLXXVIIIv.

¹²⁶⁷ BORDINI, S., *op. cit.*, pp. 29-30.

consistía en sumergir el paño en cola de pergamino, tensándolo en un panel mojado. Una vez seco, se bruñe el lienzo y tensa nuevamente en un bastidor de madera. Para aglutinar los pigmentos, el texto recomienda el empleo de cola, huevo o goma. El dorado se realizaba mediante la aplicación de cola¹²⁶⁸. El *Mappae Clavicula* (s. XII), probablemente copia de textos de los siglos X-XI (en parte) describe el dorado de paños mediante la mezcla de clara de huevo, azafrán y aceite de lino¹²⁶⁹. También el *Manuscrito de Estrasburgo* (s. XIV-XV) hace referencia a la pintura al temple con cola de pergamino para muro, tabla y lienzo¹²⁷⁰. En el texto *De coloribus diversis modis tractatur* (1398-1411), del tratado de Johannes Alcherio, se hace referencia al procedimiento empleado para dorar lienzos (no se indica el aglutinante empleado). Como ya se ha señalado, las recomendaciones para la pintura de lienzos aportadas por este autor le fueron, asimismo, proporcionadas en 1398 por un pintor flamenco, de nombre Jacob Cona. Este tratado refiere el empleo de «gersa alba» o «creta alba»¹²⁷¹ y otros ingredientes, como bol armenio o azafrán y cola de pergamino o guantes. Se aplican dos manos de esta mezcla y una última aglutinada con clara de huevo. Se deja secar y bruñe¹²⁷².

Material
constituyente
de
los lienzos
primitivos

Respecto a los materiales constituyentes de los lienzos primitivos, el Gremio de San Lucas de Brujas de 1458 señala que las obras de más de 140 cm debían pintarse sobre lienzo nuevo. Los lienzos viejos, sin embargo, podían emplearse para las obras de pequeño tamaño¹²⁷³. Como se recordará, en España, igualmente, se practicó la pintura de sargas en lienzos ya usados, aunque terminó prohibiéndose¹²⁷⁴.

Las fibras empleadas eran generalmente de lino y los lienzos podían presentar diversas texturas, aunque suele predominar el lienzo fino. A veces debían unirse varias piezas con el fin de conformar lienzos de grandes dimensiones¹²⁷⁵. Éstos

¹²⁶⁸ MERRIFIELD, M. P., *op. cit.*, vol. 1, rec. XXVI [280], pp. 230-231.

¹²⁶⁹ HAWTHORNE, J. G. y STANLEY SMITH, C. (1974), receta nº 112, pp. 43-44.

¹²⁷⁰ BORRADAILE, V. y R., *op. cit.*, pp. 52-53.

¹²⁷¹ Ya se ha realizado anteriormente una breve reflexión sobre la naturaleza de este material.

¹²⁷² MERRIFIELD, M. P., *op. cit.*, vol. 1, pp. 258-267 (receta 291).

¹²⁷³ VAN CASTEELE, D.: "Documents divers de la Société S. Luc à Bruges", *Annales de d'Emulation pour l'étude de l'histoire et des antiquités de la Flandre*, 3rd ser., I, 1866, 5-54, p. 30. Cfr., asimismo, WOLFTHAL, D., *op. cit.*, pp. 23-24 y BILLINGE, R. y otros, (1997), "The methods and materials of Northern European painting 1400-1550", *op. cit.*, p. 10.

¹²⁷⁴ *Ordenanzas de Sevilla de 1527*, *op. cit.*, p. CLXIIIr.

¹²⁷⁵ Sobre los tipos de lienzo empleados, v. WOLFTHAL, D., *op. cit.*, p. 23, PHILIPPOT, A., GOETGHEBEUR, N. y GUISLAIN-WITTERMA, R., *op. cit.*, p. 6, MASSCHELEIN-KLEINER,

podían ser fijados a un bastidor con el fin de facilitar la ejecución de la pintura¹²⁷⁶. Algunos eran después desclavados de éste, en el que únicamente se mantenían mientras eran pintados, fijándose a continuación sobre un tablero¹²⁷⁷. La sujeción a tableros o bastidores se realizaba mediante su encolado o bien utilizando clavos¹²⁷⁸. Otros se colgaban sin bastidor, del mismo modo que los tapices¹²⁷⁹.

Un documento del Gremio de San Lucas de Brujas de 1458 explica el proceso empleado en la ejecución de estas obras. De acuerdo a la traducción de D. Wolfthal, sobre el lienzo se aplicaría cola en la zona a pintar, que no debía secarse en tanto continuara el proceso de pintura de la misma¹²⁸⁰. Lógicamente, la humedad del lienzo durante este proceso se mantendría humedeciéndolo de manera continuada, o bien mediante una rápida ejecución. El aglutinante empleado era cola animal¹²⁸¹. También Borghini en *Il riposo* (1584) indica que las telas de Flandes se preparaban con cola¹²⁸². Armenini, refiriéndose a la pintura al temple sobre lienzo en su *De veri precetti della pittura* (1586) indica que los flamencos empleaban siempre cola como aglutinante¹²⁸³.

Proceso aplicado en la ejecución de este tipo de obras

Esta técnica descrita por el documento de Brujas se asemeja en gran medida a la pintura «aguazo» descrita por Pacheco en *El arte de la pintura* (1649) y de la que indica era practicada por flamencos e italianos en la misma manera. Como este tipo de pintura ya ha sido descrita en el apartado dedicado al yeso, únicamente se recordará que los pigmentos se molían al agua y eran aplicados aglutinados con cola

Similitud con la pintura aguazo

L., y otros, *op. cit.*, p. 6, BOMFORD, D., ROY, A. y SMITH, A., *op. cit.*, p. 44, ROY, A., *op. cit.*, p. 36, MARTENS, Didier, *op. cit.*, p. 395.

¹²⁷⁶ WOLFTHAL, D., *op. cit.*, p. 24.

¹²⁷⁷ Asimismo, en ocasiones se empleó el pergamino o papel como soporte, fijándose a un tablero de madera o a un lienzo. BILLINGE, R. y otros, (1997), "The methods and materials of Northern European painting 1400-1550", *op. cit.*, p. 25.

¹²⁷⁸ *Ibidem*, p. 24.

¹²⁷⁹ WOLFTHAL, D., *op. cit.*, p. 27.

¹²⁸⁰ *Ibidem*, pp. 24-25. BILLINGE, R. y otros, "The methods and materials of Northern European painting 1400-1550", *op. cit.*, p. 10.

¹²⁸¹ BILLINGE, R. y otros, (1997), "The methods and materials of Northern European painting 1400-1550", *op. cit.*, p. 24. PHILIPPOT, A., GOETGHEBEUR, N. y GUISLAIN-WITTERMA, R., *op. cit.*, p. 8. BOMFORD, D., ROY, A. y SMITH, A., *op. cit.*, p. 47. ROY, A., *op. cit.*, p. 39. WOLFTHAL, D., *op. cit.*, pp. 26-27.

¹²⁸² BORGHINI, Raffaello, *op. cit.*, vol. XIII, libro segundo, p. 173.

¹²⁸³ ARMENINI, Giovan Battista (1988), *op. cit.*, cap. VII, p. 138 y ARMENINI, Giovanni Battista, (2000), cap. VII, *op. cit.*, pp. 164-167.

animal. Una persona debía ocuparse de mantener húmedo el reverso del lienzo¹²⁸⁴. De las directrices de Pacheco se presume la inexistencia de la aplicación de una capa de preparación propiamente dicha. El aglutinante de los estratos pictóricos penetraría profundamente en el lienzo debido a la presencia de agua, que bastaría como nexo entre capa pictórica y soporte. Sin embargo, de lo recogido en el documento de Brujas, se deduce la aplicación previa de cola¹²⁸⁵. Los estudios técnicos efectuados sobre algunas obras de este tipo apuntan, en ocasiones, hacia la existencia una capa de cola. En otras se ha detectado cola animal y una pequeña cantidad del pigmento sombra¹²⁸⁶. Asimismo, en ciertas obras se ha determinado la existencia del dibujo subyacente¹²⁸⁷.

El carbonato cálcico se ha empleado para elaborar las preparaciones de la pintura sobre lienzo

El carbonato cálcico se ha empleado con gran frecuencia para elaborar las capas de preparación de la pintura sobre lienzo del siglo XVI en el Norte de Europa¹²⁸⁸. En numerosas ocasiones se trata de pintura al óleo. Ciertos autores (como ocurrió con el yeso en la pintura del Sur de Europa), sin embargo, advierten sobre el efecto negativo de su utilización. Este es el caso de Karel Van Mander, que hace referencia a este uso y los problemas que podía ocasionar, debido a la fragilidad del material¹²⁸⁹. Su presencia se ha detectado también en la obra de múltiples pintores del siglo XVII, entre los que se encuentra Jan Vermeer. En el estudio llevado a cabo por Herman Kühn sobre numerosas obras de este artífice (pintura al óleo) se ha observado la presencia de fósiles en una de sus obras (lienzo) en la que la

¹²⁸⁴ PACHECO, Francisco, *op. cit.*, libro tercero, cap. II, p. 450.

¹²⁸⁵ Debe tenerse en cuenta que las sucesivas traducciones y la dificultad que entraña la explicación de un proceso de pintura con sus detalles puede dar lugar a interpretaciones erróneas. Por ello, las prescripciones que sobre este tipo de pintura aportan los textos del Gremio de San Lucas y el tratado de Pacheco podrían estar más próximas aún de lo que parece.

¹²⁸⁶ WOLFTHAL, D., *op. cit.*, pp. 24-25. Parece existir una capa de cola en algunas obras sometidas a examen. En la *Crucifixion* de Bruselas, de Bouts, v. MASSCHELEIN-KLEINER, L., y otros, *op. cit.*, p. 20, en la *Adoración de los Magos* de Bruegel, v. PHILIPPOT, A., GOETGHEBEUR, N. y GUISLAIN-WITTERMA, R., *op. cit.*, p. 6 y en la *Virgen con el Niño* de Quinten Massys, v. ROY, A., *op. cit.*, p. 38. En una obra de Dieric Bouts se detectó un estrato de cola con pequeñas cantidades de sombra. V. BOMFORD, D., ROY, A. y SMITH, A., *op. cit.*, p. 46.

¹²⁸⁷ En una obra de Dieric Bouts pudo emplearse lápiz de plomo o plata, aunque para este tipo de obras sea más recomendable el empleo de un material como carbón o tinta. V. BOMFORD, D., ROY, A. y SMITH, A., *op. cit.*, p. 46. Según Ashok Roy la obra la *Virgen con el Niño* de Quinten Massys presenta un dibujo subyacente modelado, probablemente aplicado en forma de tinta. V. ROY, A., *op. cit.*, p. 38.

¹²⁸⁸ BILLINGE, R. y otros, (1997), "The methods and materials of Northern European painting 1400-1550", *op. cit.*, p. 24. Los autores no aluden a la presencia de fósiles.

¹²⁸⁹ VAN MANDER, K.: *Het Leven der Doorluchtighe Nederlandsche/en Hooghduytche Schilders*, Doornspijk, Miedema, 1994, 257v-07-12, citado en VAN HOUT, N., *op. cit.*, pp. 212 y 221.

preparación estaba constituida por carbonato cálcico¹²⁹⁰. El carbonato cálcico aparece, asimismo, en la preparación de otros lienzos de este mismo autor, mezclado con blanco de plomo. Parece ser que fue muy frecuente el empleo de esta mezcla, por parte de los pintores holandeses, durante los siglos XVI y XVII. Preparaciones con mezcla de ambos materiales también han sido detectadas en obra de William Hogarth¹²⁹¹. Ya se ha hecho referencia anteriormente a las distintas calidades de blanco de plomo. La variedad más económica, es decir, la que se comercializaba mezclada con carbonato cálcico, podría haber sido empleada en las preparaciones, con lo que no se trataría, por tanto, de una mezcla realizada intencionadamente por el pintor a la hora de preparar los soportes.

En numerosas ocasiones aparece mezclado carbonato cálcico con blanco de plomo en las preparaciones de los lienzos

Bernard du Puy du Grez en su *Traité sur la peinture pour en apprendre la theorie & le perfectonner dans la pratique* (1699) describe las preparaciones de los lienzos para ser pintados al óleo en base a la aplicación de una primera mano de aguacola, tras la que se da una tierra pardo rojiza mezclada con blanco de plomo o con «blanc d'Espagne». Una vez seca esta capa, se iguala la superficie con piedra pómez y aplica otra capa consistente en la mezcla de blanco de plomo y negro de carbón. El dibujo podía realizarse con pastel blanco, que se repasaba con laca mezclada con tierra verde o sombra¹²⁹². Este mismo autor se refiere a la preparación de los lienzos para ser pintados al temple mediante el empleo de «blanc de craye» (¿creta?) o «platre» (yeso) mezclado con cola¹²⁹³.

Numerosos autores del Norte de Europa, como Jan Vermeer o Johannes Cornelisz emplean preparaciones para pintura sobre lienzo (al óleo) en las que pueden intervenir, además de carbonato cálcico y blanco de plomo, otros pigmentos, como ocre, sombra o negro¹²⁹⁴. Asimismo, las preparaciones de pintura sobre lienzo

Además de carbonato cálcico y blanco de plomo pueden intervenir otros pigmentos en las preparaciones

¹²⁹⁰ KÜHN, H., (1968), *op. cit.*, pp. 158-159 y 177.

¹²⁹¹ GETTENS, R. J., KÜHN, H. y CHASE, W. T.: "Lead White", en *Artists' pigments. A handbook of their history and characteristics*, (ed. de Ashok Roy), Vol II, National Gallery of Art, Oxford University Press, Washington, 1993, 67-81. Cfr. la p. 67.

¹²⁹² DUPUY DU GREZ, Bernard, *op. cit.*, pp. 243-247.

¹²⁹³ *Ibidem*, p. 239.

¹²⁹⁴ KÜHN, H., (1968), *op. cit.*, pp. 155-202. El autor indica que el medio empleado en estas preparaciones de Vermeer es una mezcla de proteína y óleo. V. *ibidem*, p. 173. Sin embargo, debe tenerse en cuenta, como ya se ha indicado, que el aceite de los estratos pictóricos oleosos puede impregnar los estratos magros de la preparación. En obra de Johannes Cornelisz se ha observado la presencia de blanco de plomo, creta, ocre y negro. HENDRIKS, E., *op. cit.*, p. 237.

de Peter Lely¹²⁹⁵ pueden consistir en uno o dos estratos, en los que suelen aparecer los pigmentos anteriormente referidos¹²⁹⁶.

Algunos pintores de Haarlem y quizás de otras zonas pudieron utilizar lienzos ya preparados por personal dedicado a esta actividad. Ya en 1631 la «primuurger» constituye una profesión independiente, dentro de la actividad pictórica en Haarlem¹²⁹⁷. Asimismo, una fuente anónima de 1668, *The excellency of the pen and pencil*, menciona la existencia en Inglaterra de lienzos ya imprimados y disponibles en el comercio¹²⁹⁸.

Por otra parte, debe recordarse, como se ha indicado en el capítulo del yeso, que algunos autores del siglo XIX o comienzos del XX, influenciados por las prácticas tanto del norte como del sur de Europa, no dudan en recomendar la mezcla de carbonato cálcico y yeso con pigmentos cubrientes en las preparaciones de los lienzos.

Además de en pintura sobre lienzo, se ha detectado carbonato cálcico en los estratos de preparación de pintura sobre soporte de cobre, mezclado con blanco de plomo, ocre y negro¹²⁹⁹.

Como ya se ha señalado, en los tratados españoles apenas se han encontrado referencias inequívocas al empleo de carbonato cálcico en preparaciones. Únicamente aparecen las relativas al uso de tierra de conchas de laguna en pintura sobre lienzo (*Tractado de la pintura*) que, por otra parte y como se ha indicado, es

¹²⁹⁵ Pieter Van der Faes, o Peter Lely, pintor inglés de origen holandés (Soest, Westfalia, 1618-Londres 1680). Se establece en Inglaterra en 1641, sucediendo como retratista de la corte a Van Dyck. *Nueva enciclopedia Larousse, op. cit.*, vol. 6, p. 5722.

¹²⁹⁶ HENDRIKS, E. y GROEN, K.: "Lely's studio practice", *Hamilton Kerr Institute*, nº 2, 1994, 21-37. V., especialmente, las pp. 23 y 35.

¹²⁹⁷ HENDRIKS, E., *op. cit.*, p. 242.

¹²⁹⁸ Citada en HENDRIKS, E. y GROEN, K., *op. cit.*, n. 3 y 11, pp. 29-30, que cita a su vez a TALLEY, M. K.: *Portrait painting in England: Studies in the technical literature before 1700*, tesis doctoral publicada por Paul Mellon Centre for Studies in British Art, 1981, p. 249.

¹²⁹⁹ Se trata de pintura sobre cobre pintada por Ambrosius Bosschaert II (Middleburg 1609-Utrecht 1645). En una de las obras, la capa de preparación está constituida por carbonato cálcico (no se hace referencia a la detección de fósiles), blanco de plomo, y negro. En otra obra, se ha utilizado carbonato de calcio, blanco de plomo, ocre y negro. El estrato superior es algo más claro. V. MURRAY, S. y GROEN, K., *op. cit.*, p. 11. Quizás la presencia de carbonato cálcico se deba, a su vez a la de blanco de plomo (ya se puesto de manifiesto, en párrafos anteriores, la relación de ambos materiales).

dudosa, y el de cáscaras de huevo en pintura sobre tabla, si bien en este último caso el dato puede hacer alusión preferentemente a la pintura decorativa.

Sin embargo, a pesar de tan escasas referencias, ya se ha indicado que algunas tablas de la Escuela Hispano-Flamenca presentan preparaciones de este tipo, debido seguramente a la influencia de la pintura del Norte de Europa, como ya se ha señalado.

En cuanto a la pintura sobre lienzo, los tipos de preparaciones aludidas por los tratadistas no suelen hacer referencia al empleo de carbonato cálcico. Generalmente aluden al empleo de preparaciones coloreadas y, en algunos casos, refieren el empleo de yeso.

Sin embargo, los análisis efectuados por Rodrigo Rodríguez Simón sobre las preparaciones de diversos autores españoles como Alonso Cano, Pedro Anastasio Bocanegra y Juan de Sevilla, entre otros, han revelado la existencia de preparaciones muy similares entre sí, estructuradas en una primera capa, compuesta mayoritariamente por carbonato cálcico y ciertas cantidades de arcillas, a la que sigue una segunda con mayor contenido en tierras y algunos pigmentos¹³⁰⁰. Carmen Garrido que, asimismo, estudió las preparaciones de Velázquez, señala que algunas de las obras pertenecientes a su etapa madrileña presentan una preparación constituida por dos estratos. El primero de ellos está constituido por una primera capa de carbonato cálcico, negro orgánico y cola y el segundo por óxidos de hierro rojos, laca roja en ocasiones y negro de carbón, fundamentalmente. Por otra parte, las preparaciones sevillanas de este autor, que presumiblemente pudieron prepararse de acuerdo al empleo del «barro que se usa en Sevilla», aludido por Francisco Pacheco en su tratado están constituidas por óxidos de hierro mezclados con cierta proporción de carbonato de calcio y negro de carbón¹³⁰¹. Asimismo, en obra de Zurbarán se ha

Numerosas preparaciones de pintura sobre lienzo de la Escuela Española están constituidas, al menos en parte, por carbonato cálcico

¹³⁰⁰ RODRÍGUEZ SIMÓN, Luis Rodrigo: *Examen técnico-científico de las pinturas de Alonso Cano y de las de sus principales continuadores en el Museo de Bellas Artes de Granada*, tesis doctoral dirigida por Domingo Sánchez-Mesa Martín y Carmen Garrido Pérez, Granada, 1998, pp. 62, 81, 95, 110, 124, 140, 157, 187, 213, 239, 258, 272, 285, 309, 325, 339, 350, 354, 375, 392, 406, 418, 429. En prácticamente todas las preparaciones descritas, salvo algunas excepciones, aparece la estructura aludida. La autora de la tesis ha podido constatar durante su vida profesional, en base a la información obtenida por el equipo de investigación del que forma parte, el empleo de carbonato cálcico en pintura sobre lienzo española.

¹³⁰¹ GARRIDO, Carmen, (1992), *op. cit.*, p. 15.

detectado carbonato cálcico en los estratos de preparación, mezclado con sombra natural y tostada y negro de huesos¹³⁰².

Cabe preguntarse si la aplicación de preparaciones similares en el Norte de Europa y España puede estar relacionada con la existencia de «imprimadores de oficio» y la adquisición de lienzos preparados

Como ya se ha indicado, este tipo de preparaciones, tanto sencillas como dobles, que contienen una gran proporción de arcillas y carbonato cálcico, entre otros compuestos, son verdaderamente comunes en toda Europa. Cabe preguntarse si la aplicación de preparaciones tan similares puede estar relacionada con la existencia de «imprimadores de oficio» y si podrían exportarse o importarse los lienzos ya preparados. Esta profesión se daba ya en tiempos de Antonio Palomino, tal como este mismo autor indica, si bien pudo darse con anterioridad en nuestro país¹³⁰³. Asimismo, como ya se ha mencionado, existe constancia de la existencia de este oficio en el siglo XVII en el Norte de Europa. Previsiblemente, en esta zona pudo utilizarse carbonato cálcico en lugar de yeso. Gridley McKim-Smith y Richard Newman indican que, por el momento, no está confirmada la llegada de estos lienzos preparados a España¹³⁰⁴.

Una de las hipótesis que puede dar respuesta a la existencia de estos primeros estratos integrados en gran parte por carbonato cálcico puede ser el empleo de la tierra de conchas de laguna, referida por el autor del *Tractado del arte de la pintura*, transcrito por M^a Mercedes Sanz (s. XVII); en este tratado se indica que para este tipo de pintura la preparación consta de una primera mano de cola, con una pequeña proporción de aceite, sobre la que se dan dos manos de «tierra de conchas de laguna», al aceite. Esta expresión puede indicar, simplemente, la trituración de conchas de moluscos para su uso en la preparación de lienzos. Pero, por otra parte, también podría referirse a la mezcla de las conchas de laguna previamente pulverizadas con una tierra. Esta tierra podría aportar un tono rojizo. En todo caso, el autor refiere:

Lo que se hace para aparejar un lienzo (y sea claro) es lavarlo en el bastidor muy bien tirado: y luego, con una gacheta de taluina¹³⁰⁵ que lleve un poquito de aceite común y con la cuchilla, sanar u cubrir el

¹³⁰² La autora del estudio identificó todos estos pigmentos mediante un microscopio de luz polarizada. VÉLIZ, Z.: "A painter's technique: Zurbaran's the Holy House of Nazareth", *Bulletin of the Cleveland Museum of Art*, 68, 1981, 270-285. V., especialmente, la p. 274.

¹³⁰³ V. PALOMINO DE CASTRO Y VELASCO, Antonio, *op. cit.*, vol. II, libro quinto, cap. III, VII, p. 134.

¹³⁰⁴ MACKIM-SMITH, Gridley y NEWMAN, Richard: *Ciencia e historia del arte. Velázquez en el Prado*, Madrid, Museo del Prado, 1993, p.129.

¹³⁰⁵ Ya se ha descrito con anterioridad este material.

lienzo de primera mano. Algunos hacen esta primera mano con la taluina hecha con cola de retel, pero no es buena sino sólo para lo dorado, porque salta y se raja. Hecha esta primera preparación se cortan todos los hilos y nudos y con piedra pómez se alisa el lienzo. Luego de enjuto el lienzo se hace una masa de tierra de conchas de laguna muy delgada labrada a la piedra con la moleta y con aceite de linaza y con el cuchillo basto que se suele hacer. Se le da la primera mano muy tendida, alisada, trabajada y en enjugándose se le da otra mano de más cuerpo y las que fueren menester hasta que esté bien cubierto y con la pómez se apomiza y con el cuchillo se rae y alisa, que sea muy afilado [...]¹³⁰⁶

Pero, igualmente y como ya se ha indicado, la expresión «tierra de conchas de laguna» puede referirse, además, a las formas cóncavas que adquiere el barro o tierra de ríos o lagunas al secarse, con lo que esta denominación puede aludir, simplemente, a una tierra, en la que pueden estar presentes ciertas cantidades de carbonato de calcio.

Así, una de las razones que explican la presencia de carbonato cálcico en las preparaciones de los lienzos se basa en que las tierras empleadas a modo de preparación pueden contener cantidades variables de este compuesto. Gridley Mackim-Smith y Richard Newman, que estudian las preparaciones de Velázquez, indican que aquellas que presentan un color parduzco contienen numerosos minerales como cuarzo, óxido de titanio, sulfuro de hierro y abundantes cantidades de carbonatos (calcita y dolomita). Estos investigadores interpretaron que la tierra contenía todos estos componentes, posibilidad que, efectivamente, no puede descartarse¹³⁰⁷.

Las tierras empleadas a modo de preparación pueden contener cantidades variables de carbonato cálcico

José García Hidalgo indica que los lienzos que van a ser pintados al óleo se preparan mediante la aplicación previa de cola de guantes, o de gachas, cola y miel. A esta capa seguían diversas manos de sombra y almagre, o greda. Estos últimos estratos se aglutinaban con aceite de linaza con su secante¹³⁰⁸.

Empleo de greda, légamo, tierra de Esquivias para preparar los lienzos

De forma similar, Antonio Palomino de Castro y Velasco, al describir las preparaciones de la pintura sobre lienzo al óleo, señala que, primeramente, se

¹³⁰⁶ SANZ, M. M., (1978), "Un tratado de pintura anónimo y manuscrito del siglo XVII", *op. cit.*, pp. 253-254.

¹³⁰⁷ MACKIM-SMITH, Gridley y NEWMAN, Richard, *op. cit.*, p. 130.

¹³⁰⁸ GARCÍA HIDALGO, José, *op. cit.*, p. 614.

aplicaba una mano de gacha, constituida por harina y agua, pudiendo añadirse, además, un poco de miel y aceite de linaza. La gacha podía ser sustituida por cola de retazo de guantes. A continuación se extendían los estratos de lo que el autor denomina «imprimación». Se utilizaba para ello

[...] el légamo, que deja el río en las crecientes, que después de seco, en los hondos se levanta como unas tejuelas, y con aquello, y a falta de esto con greda (que en Madrid llaman tierra de Esquivias, y es la que gastan los boteros) se hace la imprimación, machacándola primero en la losa con la moleta, o en un almirez, y pasándola por cedazo delgado [...] y luego añadirle en la losa un poco de almazarrón, o almagra (para que tome color, y cuerpo) y echándole el aceite de linaza, que hubiere menester, irlo templando [...]¹³⁰⁹

De forma muy similar, J. Soler describe la preparación de los lienzos en su *Curso completo de diseño y pintura* (1837). Este autor indica que primeramente solía aplicarse una mano de cola de retazo, si bien no aconseja este paso ya que la cola puede abrise en grietas, provocando, por tanto, la pérdida de los estratos adheridos a ella. Para elaborar la preparación recomienda:

Tómese el légamo ó barro fino que deja el río en sus crecientes, y el que se encontrará cuando seco en unas como tejuelas en sus orillas, y escójase de cada una la parte ó capa superior y mas fina; ó tambien á falta de esto greda fina, ó barro de alfareros; de cualquiera de estos tómese digo dos partes con una de albayalde fino, y una leve punta de minio, ó cardenillo en polvo para secante, ó tambien colores viejos y rancios; hágase cada molada que será en tanta cantidad como el tamaño de un huevo, y junto todo, luego molerlo juntandole el aceite de linaza,

¹³⁰⁹ PALOMINO DE CASTRO Y VELASCO, Antonio, *op. cit.*, tomo II, libro V, cap. II, V, p. 130. Es posible, de acuerdo a la Real Academia Española, que el término botero no se refiera a los alfareros, sino a aquellos artífices que elaboraban botas de piel. Botero: «El que hace, adereza o vende botas o pellejos para vino, vinagre, aceite, etc.». REAL ACADEMIA ESPAÑOLA, (1978), *op. cit.*, p. 198. Según Ramón Buisán Escartín, uno de estos profesionales, el oficio de botero comprendía el curtido y limpieza de las pieles, su cosido e impermeabilización interna mediante el empleo de aceite y pez y colocación del brocal o cierre. SATUÉ SANROMÁN, J. M.: “El último botero de Sobrepuerto”, *Serrablo*, año XXX, nº 118, Diciembre 2000, pp. 1-5. 11/6/01.

<http://www.serrablo.org/s118/s118a14.html>. En ningún momento este botero hace alusión al empleo de una tierra durante el proceso de elaboración de las botas. Sin embargo, pudo emplearse con el fin de limpiar, suavizar y absorber la grasa de las pieles. Así, un pequeño manual de 1889 menciona el empleo de «creta» en el proceso de «apresto» del cuero curtido. Esta fase del tratamiento de las pieles tenía por finalidad igualar su espesor. Para ello la piel se colocaba en un bastidor, se aplicaba «creta» en su cara interior y por esta misma cara se pasaba un cuchillo. *Curtido de pieles y fabricación de cola*, *op. cit.*, p. 659.

dejandolo muy bien molido y fino [...] luego con ella dar al lienzo sin mas preparacion la primera mano [...] Hecho esto se dará lugar á que se seque del todo la primera mano [...] se apomazará [...] se le dará otra mano de la misma tinta muy ligera, dejandola tambien secar y apomazandola luego como la vez primera [...]¹³¹⁰

El légamo, ciertamente, puede estar constituido por compuestos arcillosos y calcáreos, ya que se ha formado mediante el transporte de los materiales que el agua ha encontrado en su recorrido y su posterior sedimentación¹³¹¹.

El légamo puede estar constituido por compuestos arcillosos y calizos

Por otra parte, el término «greda» proviene del latino «cretam»¹³¹². De este último, a su vez, deriva «creta», de lo que se deduce que los tres podrían considerarse sinónimos¹³¹³. Sin embargo, ya se ha indicado que, aunque Plinio se refiere a diversos materiales con este mismo término latino, la mayoría, al menos, no puede identificarse con el concepto que en la actualidad designa el vocablo. Efectivamente, Antonio Palomino califica con el adjetivo «gredoso» diversas sustancias, entre las que, por ejemplo, se encuentra el lápiz, sombra de Italia, tierra verde y bol¹³¹⁴. Así, el término podía designar, en general, diversas tierras, todas ellas posiblemente con la propiedad de ser untuosas o suaves al tacto.

Por otra parte, algunos textos identifican el término «greda» con «tierra de batán»¹³¹⁵. La batanadura ha constituido uno de los procesos que tradicionalmente se ha practicado en la elaboración de paños. Así, Ricardo Córdoba de la Llave documenta su empleo en estos procesos, en la Córdoba del s. XV. Este autor indica que la greda, descrita como «arcilla arenosa», se utilizaba para «escurar» o «desbruar», es decir, limpiar los paños de aceite y grasa, una vez llegaban al batán y tras haber sido lavados y despinzados, es decir, después de haber eliminado hebras y nudos sobrantes del mismo. Para ser escurado, el paño era introducido en agua caliente con greda, mezcla denominada «melecina»¹³¹⁶. Esta sustancia, desleída en

Algunos textos identifican greda con tierra de batán

¹³¹⁰ SOLER, J., *op. cit.*, tomo II, pp. 46-47.

¹³¹¹ V. cieno, *Nueva enciclopedia Larousse, op. cit.*, vol. 2, p. 1954.

¹³¹² *Ibidem*, vol. 5, p. 4564.

¹³¹³ *Ibidem*, vol. 3, p. 2426.

¹³¹⁴ PALOMINO DE CASTRO Y VELASCO, Antonio, *op. cit.*, tomo II, pp. 558, 572, 580-581.

¹³¹⁵ *Nueva enciclopedia Larousse, op. cit.*, vol. 5, p. 4564.

¹³¹⁶ CÓRDOBA DE LA LLAVE, R., *op. cit.*, p. 58.

agua y batida, forma espuma como el jabón¹³¹⁷. La naturaleza de la tierra de batán daba lugar a la absorción de los cuerpos grasos¹³¹⁸.

Sebastián de Covarrubias Orozco identifica también el vocablo «greda» con la tierra de batán. A tenor de sus indicaciones, su color podría variar:

Es cierto género de tierra pingüe y untosa, que comúnmente sirve para batanar con ella los paños con que los jabonan y tupen. [...] Algunos quieren que creta se haya dicho a crescendo, porque mojándola y golpeándola crece y se esponja. Diéronle epíteto de tenaz, porque aprieta mucho; y así los que caminan por gredales, en tiempo de lluvias, llevan mucho trabajo, por pegárseles y hacérseles zancos. Con los cantillos duros de la greda blanca suelen los aposentadores señalar las posadas de la corte [...]¹³¹⁹

El *Diccionario de autoridades* también hace referencia el color blanco de la greda:

Especie de tierra blanca y pegajosa, que comunmente sirve para batanar y lavar los paños y texidos de lana, para sacar las manchas de las ropas, aclarar el vino y otros usos. Es del latino Creta, que significa lo mismo.¹³²⁰

También el *Diccionario de la lengua española* indica que la greda es una arcilla arenosa de color blanco azulado, empleada para eliminar manchas y desengrasar los paños¹³²¹.

La tierra de batán es una arcilla del tipo de las empleadas para limpiar

Químicamente, la tierra de batán es un silicato de aluminio coloidal, poroso y que presenta una gran capacidad de absorción¹³²². Generalmente se describe la tierra de batán como una arcilla del tipo de las empleadas para limpiar¹³²³, a la que se alude

¹³¹⁷ *Nueva enciclopedia Larousse, op. cit.*, vol. 2, p. 1070.

¹³¹⁸ CÓRDOBA DE LA LLAVE, R., *op. cit.*, p. 58. *Nueva enciclopedia Larousse, op. cit.*, vol. 2, p. 1070.

¹³¹⁹ COVARRUBIAS OROZCO, Sebastián de, *op. cit.*, p. 605.

¹³²⁰ *Diccionario de autoridades, op. cit.*, tomo cuarto del facs., vol. 2 de la ed. actual, p. 78.

¹³²¹ REAL ACADEMIA ESPAÑOLA, (1978), *op. cit.*, p. 377.

¹³²² *Hawley diccionario de química y de productos químicos, op. cit.*, p. 958.

¹³²³ *Nueva enciclopedia Larousse, op. cit.*, vol. 2, p. 1070.

con los términos de Esmectita¹³²⁴ y Galactita¹³²⁵. Al grupo de las esmectitas pertenecen una serie de minerales, como montmorillonita¹³²⁶, beidellita¹³²⁷, hectorita¹³²⁸, saponita¹³²⁹, estevencita¹³³⁰, swinefordita¹³³¹, etc., utilizados actualmente como cargas en papel, cosmética, jabones, etc.

A tenor de las indicaciones de algunos autores, la tierra de batán se explotó en Magán, Toledo¹³³². De zonas cercanas próximas a esta localidad se extrajo y se sigue extrayendo sepiolita¹³³³, silicato hidratado de magnesio¹³³⁴ de color blanco y tacto jabonoso y blando cuando está humedo¹³³⁵. La sepiolita es un tipo especial de arcilla constituida por minerales del grupo de las esmectitas.

Por otra parte, debe indicarse que la geología de Toledo da calizas y arcillas en diversos niveles estratigráficos. Así, en la facies evaporítica se encuentran margas yesíferas grises y yesos y también existe algún nivel margoso¹³³⁶. Este nivel aparece, sobre todo, en la zona norte de la provincia. Son arcillas rojizas o grises, que aparecen en numerosos frentes naturales¹³³⁷. Recuérdese que Magán se encuentra en

¹³²⁴ Esmectita: «Variedad de arcilla plástica empleada en acondicionamiento de lanas.». Esméctico: «(lat. Smecticum, del gr. Smēktikos, der. De smēkhō, limpiar enjuagando)». *Ibidem*, vol. 4, p. 3484.

¹³²⁵ Galactita o galactites: «Variedad de arcilla deterSORIA que se deshace en el agua, dándole la apariencia de leche». (Sin. Galaxia). *Ibidem*, vol. 5, p. 4236. DeterSORIO: «Dícese de lo que limpia o purifica». *Ibidem*, op. cit., vol. 3, p. 2900-

¹³²⁶ $(\text{Na,Ca})_{0.3}(\text{Al,Mg})_2\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$. Grupo de las esmectitas. 11/06/01.
http://www.uned.es/cristamine/min_desc/grupos/esmectitas_gr.htm

¹³²⁷ $(\text{Na,Ca}_{0.5})_{0.3}\text{Al}_2(\text{Si,Al})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$. *Ibidem*

¹³²⁸ $\text{Na}_{0.3}(\text{Mg,Li})_3\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{F,OH})_2$. *Ibidem*.

¹³²⁹ $(\text{Ca}/2,\text{Na})_{0.3}(\text{Mg,Fe}^{2+})_3(\text{Si,Al})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ *Ibidem*.

¹³³⁰ $(\text{Ca}/2)_{0.3}\text{Mg}_3\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$. *Ibidem*.

¹³³¹ $(\text{Ca,Na})_{0.3}(\text{LiMg})_2(\text{Si,Al})_4\text{O}_{10}(\text{OH,F})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. *Ibidem*.

¹³³² CORDOBA DE LA LLAVE, R., op. cit., p. 58.

¹³³³ IGME, (1988), op. cit., pp. 107-108 y mapa.

¹³³⁴ $\text{Mg}_4[(\text{OH})_2|\text{Si}_6\text{O}_{15}]\cdot 2\text{H}_2\text{O}+4\text{H}_2\text{O}$. MOTTANA, A., CRESPI, R. y LIBORIO, G.: *Guía de minerales y rocas*, (trad. y por Mercè Serrano y Ferran Vallespinós), Barcelona, Grijalbo, 7ª ed., 1994, p. 250.

¹³³⁵ V. *Ibidem* y Nueva enciclopedia Larousse, op. cit., vol. 9, p. 9060.

¹³³⁶ IGME: *Mapa de rocas industriales. Toledo. 1:200.000*, Madrid, Servicio de Publicaciones del Ministerio de Industria, 1973, p. 5.

¹³³⁷ *Ibidem*, p. 12.

esta zona. Asimismo, existe una formación pliocena¹³³⁸ integrada por costrones calizos y arcillas rojas, entre otros compuestos.

En las zonas próximas a Magán se explotan arcillas para productos cerámicos. Las correspondientes al Plioceno son las que presentan un mayor contenido de calcita, estimable entre un 40 y 55%. Estas arcillas, además, contienen feldespatos, cuarzo, arcilla y dolomita¹³³⁹. Las calizas aparecen en la zona Noreste, en el Mioceno¹³⁴⁰. Sobre este nivel, existe una formación arcilloso-detritica del Plioceno. En las grietas puede haber intercalación de arcillas¹³⁴¹.

En la zona de
Esquivias
existen
yacimientos de
arcillas y
calizas

Volviendo a las palabras de Antonio Palomino y J. Soler y para finalizar con este tema es posible que, sin embargo, la greda a la que alude este último autor no esté relacionada con la tierra de batán, a pesar de que las referencias de otros textos parezcan confirmarlo. Con respecto a las indicaciones de Palomino, cabe la posibilidad de que el término «greda» haga simplemente alusión al empleo del material terroso extraído de la zona de Esquivias. El color original de este material probablemente no fuera excesivamente oscuro, ya que a esta tierra se añadía almagra o almazarrón, es decir, tierra roja, quizás con el fin de colorearla.

En la zona de Esquivias existen yacimientos de arcillas pero fundamentalmente destacan los de caliza y margas calcáreas; actualmente, estos yacimientos calizos se explotan para la fabricación de cemento¹³⁴². Estos datos podrían explicar la presencia de carbonato cálcico, o de este compuesto y arcillas, en los estratos de preparación de algunas obras.

Con referencia a las indicaciones de J. Soler, no puede establecerse ninguna conclusión con respecto a las tierras empleadas, que podían ser más o menos rojizas de acuerdo al color de la tierra de alfareros. Por otra parte, este autor indica que se

¹³³⁸ El Plioceno se extiende de -10 a -3 ó -1 millones de años. *Nueva Enciclopedia Larousse, op. cit.*, vol. 8, p. 7866. BRANSON, E. B. y TARR, W. A.: *Elementos de Geología*, (ed. española por Federico Portillo García), Madrid, Aguilar, 1959, pp. 584-612.

¹³³⁹ IGME, (1973), *op. cit.*, pp. 12-13.

¹³⁴⁰ Ya se ha hecho referencia en otro apartado de la tesis al Mioceno. Como se recordará, este período de tiempo se extiende desde -25 a -13 millones de años. *Nueva enciclopedia Larousse, op. cit.*, vol. 7, p. 6585. BRANSON, E. B. y TARR, W. A., *op. cit.*, pp. 584-612.

¹³⁴¹ IGME, (1973), *op. cit.*, pp. 17-18.

¹³⁴² IGME (1988), *op. cit.*, v. mapa. IGME: *Mapa de rocas industriales. Escala 1:200.000, Madrid, hoja y memoria, 45, 5/6*, Madrid, Servicio de Publicaciones del Ministerio de Industria, 1973, pp. 18-19.

también se empleaba blanco de plomo de escasa calidad en las preparaciones, con lo que probablemente estuviera mezclado con carbonato cálcico¹³⁴³.

IV. 2.2. La cal. Métodos tradicionales de cocción de las calizas y de apagado de la cal viva

Como ya se ha comentado a lo largo de los anteriores apartados y ha podido apreciarse en los textos de numerosos autores, muchos de los materiales mencionados, todos ellos constituidos por carbonato cálcico, aparecen en los tratados como materia prima para la elaboración de cal. Ésta, a su vez, es empleada para diversos fines, entre los que se encuentra la elaboración de pigmentos.

En este apartado se describirán algunas de las utilidades de la cal, si bien no se hace hincapié sobre su papel en la preparación del soporte en pintura mural al fresco (aunque ya se han aportado algunos datos), puesto que este tema se encuentra fuera de los objetivos de esta tesis. Sin embargo, del mismo modo que se ha descrito el proceso de elaboración del yeso, igualmente se describirá el de este material.

La cal jugó un importantísimo papel en numerosos aspectos de la vida del hombre y por supuesto también dentro del ámbito artístico. Como es bien sabido, la cal apagada desempeñó una función trascendental en la pintura mural, tanto en los estratos preparatorios, como mezclada con agua para aglutinar los pigmentos y, una vez carbonatada, fue utilizada como pigmento blanco y también como ingrediente en la elaboración de algunos pigmentos empleados en la pintura sobre tabla y lienzo.

Ya se ha hecho referencia al conocimiento que, desde la Antigüedad, se tenía sobre las piedras a partir de las cuales se elaboraba la cal. Teofrasto había hecho alusión a este tema, pero Vitrubio aporta un mayor número de datos. Este autor explica la transformación que sufren las piedras al ser cocidas y apagadas en agua:

Ya desde la Antigüedad se conocía la transformación que sufren las piedras al ser cocidas y apagadas en agua

¹³⁴³ SOLER, J., *op. cit.*, tomo II, pp. 46-47, 49.

Cum vero coniecta in fornacem ignis vehementi fervore correpta amiserint pristinae soliditatis virtutem, tunc exustis atque exhaustis eorum viribus relinquuntur patentibus foraminibus et inanibus. Ergo liquor, qui est in eius lapidis corpore, et aer cum exustus et ereptus fuerit, habueritque in se residuum calorem latentem, intinctus in aqua, prius quam ex igni vim recepit umore penetrante in foraminum raritates, confervescit et ita refrigeratus reicit ex calcis corpore fervorem. (Ideo autem, quo pondere saxa coicuntur in fornacem, cum eximuntur, non possunt ad id respondere, sed cum expenduntur, permanente ea magnitudine, excocto liquore circiter tertia parte ponderis inminuta esse inveniuntur.). [Pero penetradas del fuego en el horno, pierden lo rígido de su solidez primera; y consumidas y exhaladas sus fuerzas, quedan esponjosas, abiertas y vacías de poro. Extraídos de ellas el agua y ayre, y quedando el fuego, ahogado éste en otra agua antes que se exhale, toma vigor y fuerza, y penetrando el húmido en lo vacío de los poros, se enciende en hervores, hasta que salido todo el calor que tenía antes, se enfria. Esta es la causa de que las piedras despues de cocidas pesan menos que antes, aunque queden del mismo volumen; y hecha la prueba, se las halla una tercera parte menos de peso.¹³⁴⁴

Algunos autores
consideran
importante el
hecho de
proporcionar a
la cal un largo
apagado

Según Vitrubio, la mejor cal es aquella en la que se ha dilatado más su maceración, ya que tenía la creencia de que las partículas que no habían sido afectadas suficientemente por el calor –y por tanto no se habían transformado en cal viva– con el tiempo finalizarían su proceso de cocción en el agua. Evidentemente, y de acuerdo con Bailey¹³⁴⁵, el autor yerra, ya que el agua no puede alterar la composición primigenia de la caliza (carbonato cálcico):

[...] uti, si qua glæba parum fuerit in fornace cocta, in maceratione diuturna liquore defervere coacta uno tenore conquoquatur.

¹³⁴⁴ Se aportan la versión latina de Frank Granger y la traducción al castellano del siglo XVIII de Joseph Ortíz. VITRUVIUS, (1970), *op. cit.*, (II, V, 1), pp. 98-99. VITRUBIO POLIÓN, Marco (1987), (II, V, 16), *op. cit.*, pp. 36-37. Ya se ha mencionado el empleo de la cal para diversas utilidades, entre las que están la preparación de pavimentos y diversos tipos de enlucidos. Cfr. VITRUVIUS, (1970), *op. cit.*, (VII, I), pp. 80-87, (VII, II), pp. 87-89, (VII, III), pp. 89-97, (VII, IV), pp. 97-101. VITRUBIO POLIÓN, Marco (1987), *op. cit.*, (VII, I), pp. 167-170, (VII, II), pp. 170-171, (VII, III), p. 171-176, (VII, IV), pp. 176-178.

¹³⁴⁵ BAILEY, K. C., *op. cit.*, lib XXXVI, n. 176, pp. 272-273.

[...] si alguna gleba no estuviere bien penetrada del fuego, con una larga maceracion se confeccione, y quede igual á la bien cocida;¹³⁴⁶

Plinio destacará las propiedades terapéuticas de la cal¹³⁴⁷ y su papel en la elaboración de los morteros¹³⁴⁸, entre otros usos¹³⁴⁹. Según este autor debe valorarse también el tiempo transcurrido tras su apagado:

Intrita quoque ea quo vetustior, eo melior. In antiquorum aedium legibus invenitur, ne recentiore trima uteretur redemptor; ideo nullae tectoria eorum rimae foedavere. Tectorium, nisi quod ter harenato et bis marmorato inductum est, numquam satis splendoris habet. [A su vez, la cal es mejor cuanto más vieja. Una de las leyes antiguas, que regulaba la construcción de casas, prohibía al contratista utilizar cal de menos de tres años; por esta razón, en los edificios antiguos las grietas no afean el enlucido. Y el enlucido jamás tendrá el adecuado esplendor, si no lleva tres manos de cal y arena y dos de polvo de mármol..]¹³⁵⁰

Como se ha indicado, también Vitrubio había recomendado un largo apagado de la cal, aunque por un razonamiento erróneo. De acuerdo con Bailey, traductor y comentarista de Plinio, este dilatado proceso procura la transformación íntegra de la cal viva en cal apagada antes de ser aplicada sobre el muro. Que este principio se cumpla es de gran importancia, ya que la calidad del estuco se ve afectada si las partículas de cal viva tienen que completar su apagado una vez dispuesta en el muro, ya que el material se vuelve frágil¹³⁵¹. Más adelante se aportan las referencias que hacen otros tratadistas a los prolongados períodos de apagado de la cal.

¹³⁴⁶ Versión latina en VITRUVIUS, (1970), *op. cit.*, (VII, II, 1), pp. 86-89. Otros datos sobre los estucos y pintura mural en época del autor pueden consultarse en VII, II-V, pp. 87-109 y en la trad. al castellano en VITRUBIO POLIÓN, Marco (trad. y com. de Joseph Ortíz y Sanz), *op. cit.*, (VII, II, 7), pp. 170-171.

¹³⁴⁷ BAILEY, K. C., *op. cit.*, parte II, liber XXXVI, cap. XXIV, sect. 57. 180, pp. 140-143.

¹³⁴⁸ Como Vitrubio, Plinio se refiere a los morteros de cal y mármol en su *Historia Naturalis*, v. *ibidem*, liber XXXVI, sect. 55. 175, 176, 177, pp. 138-141 y n. 175, 176, 177, pp. 273-274.

¹³⁴⁹ Entre estos usos están el de elaborar un material duro mediante la mezcla de cal y otras sustancias, v. *ibidem*, parte II, liber XXXVI, cap. XXIV, sect. 58. 181, pp. 142-143 y n. 181, pp. 275-276, hacer cisternas en *ibidem*, parte II, liber XXXVI, cap. XXIII, sect. 52. 173, pp. 138-139 y n. 173, p. 272, tratar el vino, neutralizando el ácido acético, *ibidem*, parte II, liber XXXVI, cap. XXII, sect. 48. 166, pp. 134-135 y n. 166, p. 270, hacer suelos, *ibidem*, parte II, liber XXXVI, cap. XXV, sect. 62. 186, 187, 188, pp. 144-147 y n. 186, 187, 188, pp. 278-279.

¹³⁵⁰ *Ibidem*, liber XXXVI, sect. 55. 176, pp. 138-139 y n. 176, p. 273. PLINIO EL VIEJO, (1993), *op. cit.*, pp. 124-125.

¹³⁵¹ *Ibidem*, n. book XXXVI, 176, pp. 272-273.

Probablemente los textos y recomendaciones de los autores clásicos influyeron notoriamente en el sistema de apagado de la cal utilizado durante siglos.

Sin embargo, Dioscórides, frente a lo indicado por estos autores, parece preferir la cal sin apagar:

Tiénese por más eficaz la fresca y la que no ha sido remojada con agua.¹³⁵²

Ciertamente, algunos autores no dejan de maravillarse de la virtud de estos materiales, que tan útiles resultaban en la vida del hombre. San Agustín en *De civitate Dei* se refiere a la cal y a las transformaciones que sufre este material en contacto con el agua como si se tratara de un hecho corriente y, a la vez, milagroso:

Intueamur etiam miraculum calcis, [...] quod eam vivam calcem loquimur, velut ipse ignis latens anima sit invisibilis visibilis corporis. Iam vero quam mirum est quod cum exstinguitur, tunc accenditur? Ut enim occulto igne careat, aqua infunditur, aquave perfunditur; et cum ante sit frigida, inde fervescit, unde ferventia cuncta frigescent. Velut exspirente ergo illa gleba discedens ignis, qui latebat, apparet, ac deinde tanquam morte sic frigida est, uto adiecta unda non sit arsura, et quam calcem vocabamus vivam, vocemus exstinctam. [...] Quarum vero rerum ante oculos nostros quotidiana documenta versantur, non genere minus mirabili [...]. [Consideremos ahora los milagros de la cal [...]. La llamamos cal viva, como si el fuego que oculta fuera el alma invisible de ese cuerpo visible. ¿Qué tiene, pues, de particular que se encienda cuando se apaga? Para privarla del fuego oculto, se infunde en agua o se le echa agua encima y ella hierve con agua fría, que suele enfriar lo caliente. La cal, que parece expirar al alejarse el fuego que ocultaba, aparece y después se torna tan fría por esa especie de muerte, que el agua ya no la hace arder. Entonces, en lugar de llamarla cal viva, la llamamos cal apagada. [...]. Y estas cosas que hieren a diario nuestros ojos, se envilecen no por ser menos maravillosas, sino por ser muy corrientes [...]]¹³⁵³

¹³⁵² DIOSCÓRIDES, P., *op. cit.*, cap. XCI, p. 391.

¹³⁵³ SAN AGUSTÍN: *La ciudad de Dios* (tít. orig. *De civitate Dei*, 413 d. C., ed. mod. de José Morán), Madrid, Biblioteca de Autores Cristianos, 2ª ed., 1965, pp. 620-621.

Las palabras referidas por San Isidoro de Sevilla, relativas a la naturaleza extraordinaria de la cal, se aproximan en muy gran medida a las de San Agustín, expresadas en el párrafo anterior¹³⁵⁴.

El *Lapidario* de Alfonso X El Sabio, aludiendo a la elaboración de cal a partir de la «piedra que tiene nombre annora», indica:

[...] en todas las fuertes labores que los hombres han de hacer se ayudan mucho de ella, porque junta muy fuerte las piedras unas con otras y cierra los lugares horadados [...] cuando la queman enciérrese el fuego en ella hasta que le echan agua encima, y entonces muestra la calentura que tiene en sí encerrada, porque sale de ella vaho como de humo,¹³⁵⁵

Antonio Averlino describe el tratamiento que recibía la piedra «alberese», de la que en Florencia se hacía cal de calidad; para utilizarla, ésta se trituraba y dejaba macerar cubierta por arena¹³⁵⁶. En la elaboración de cal a partir de travertino se seguía el mismo proceso. En lugar de arena podía utilizarse también puzzolana¹³⁵⁷. Del empleo de la cal dirá que éste varía de acuerdo a la tradición de los lugares en que se utiliza¹³⁵⁸. El hecho de cubrir con arena la cal permite un apagado más homogéneo.

Leon Battista Alberti hace referencia a la cocción de las piedras en el horno indicando, primeramente, que su tamaño no debía superar el de un terrón. De acuerdo a este autor, el fuego se encendía poco a poco, manteniéndose en tanto la llama no alcanzara el punto más alto y se pusieran incandescentes las piedras de la parte alta del interior del horno. Según Alberti, la piedra no había completado su calcinación hasta que el horno, hinchado por efecto de las llamas, no hubiera recuperado su volumen inicial. Respecto al apagado, indica que la cal permanezca en maceración en el interior de una fosa durante 3 meses. De acuerdo a los antiguos,

¹³⁵⁴ SAN ISIDORO DE SEVILLA, *op. cit.*, tomo II, libro XVI, 3, 10, p. 269.

¹³⁵⁵ ALFONSO X EL SABIO, *op. cit.*, 19, p. 34. Cfr. 73, p. 63, 141, p. 96.

¹³⁵⁶ AVERLINO, Antonio, (1972), *op. cit.*, pp. 66-67. AVERLINO, Antonio, (1990), *op. cit.*, p. 71.

¹³⁵⁷ Puzzolana: «Roca volcánica muy fragmentada y de composición basáltica. Es roca típica de las regiones del Vesubio y del Etna. Mezclada con cal se utiliza como mortero hidráulico [...] Puzzolana artificial, denominación aplicada a diversas sustancias, tales como arcillas cocidas, escorias de alto horno, etc., que poseen propiedades análogas a las de la puzzolana». *Nueva enciclopedia Larousse*, *op. cit.*, vol. 8, p. 8173.

¹³⁵⁸ AVERLINO, Antonio, (1972), p. 69. AVERLINO, Antonio, (1990), p. 71.

Alberti indica que debía mojarse la piedra paulatinamente permaneciendo en agua abundante, a la sombra, protegida por una capa de arena por encima¹³⁵⁹.

Andrea Palladio prescribe el empleo de 60 horas en la cocción de la piedra caliza y describe minuciosamente el proceso de apagado de la cal. A continuación se aportan las indicaciones de este autor, según la traducción de F. Praves en 1625:

Qualquier piedra, assi de cerros, como de rios, se cueze con más ò menos tiempo, según la fuerça del Fuego que se le diere: mas regularmente se cueze en sesenta horas. Despues de cozida se deue mojar, y no se le à de echar toda el agua de vna vez, sino en muchas y continuamente: para que no se le consuma hasta que este bien destemplada, despues de esto se pondra en lugar humedo, ò debaxo de sombra sin mezclarle cosa alguna, mas de solo cubrir la de arena lijera: y quanto mas fuere amassada y deshecha, sera mas fuerte y tenaz, excepto la cal, que se haze de piedras escamosas, como las de Padua, porque luego que la mojan, es necessario ponerla en obra, porque de otra suerte se consume, y quema entresi, y no haze pressa, antes se torna del todo inutil.¹³⁶⁰

En España, los documentos y tratados en general que hacen referencia a la elaboración de la cal, aluden a los hornos con el término de «caleras»¹³⁶¹, denominándose generalmente «caleros» los profesionales dedicados al oficio de comercializar y elaborar la cal. Algunos antiguos textos indican que las «caleras» podían pertenecer a particulares o al concejo¹³⁶², estando gravadas entonces por el impuesto de las «velas de la cal». Éste afectaba a los caleros que elaboraban el material para comercializarlo, no para uso particular, e implicaba el aporte de cuatro cahíces de cada 100 de piedra caliza o dos de la ya cocida¹³⁶³.

¹³⁵⁹ ALBERTI, Leon Battista, *op. cit.*, pp. 118-120, 267.

¹³⁶⁰ PALLADIO, Andrea, (1986), *op. cit.*, pp. 3-4. PALLADIO, Andrea, (1987), *op. cit.*, pp. 6-7, PALLADIO, Andrea, (1988), pp. 56-57.

¹³⁶¹ Entre estos documentos se encuentra el diccionario de Covarrubias, que define calera como «el horno donde se quema la cal» y cal viva como «la que se acaba de sacar del horno de la cal, antes de que se mate con el agua». V. COBARRUVIAS OROZCO, Sebastián de, *op. cit.*, p. 231.

¹³⁶² Concejo: «Reunión de los vecinos de una localidad o distrito para tratar de asuntos de interés. [...] El concejo [...] podía ser plenario o limitarse a la reunión de algunos vecinos destacados. Fue uno de los elementos que contribuyeron decisivamente a la aparición del municipio y ello explica que, a partir de la Baja Edad Media, el término de concejo se convirtió en sinónimo del de municipio [...]». *Nueva enciclopedia Larousse*, *op. cit.*, vol. 3, p. 2183.

¹³⁶³ V. *Ordenanzas del Concejo de Écija (1465-1600)*, en MARTÍN OJEDA, M., *op. cit.*, p. 57.

Respecto a la cocción de la cal, las indicaciones de Pseudo-Juanelo Turriano en *Los veintiún libros de los ingenios y de las máquinas* (1575) son especialmente interesantes, ya que detallan minuciosamente el proceso. El autor estima que las piedras para el horno debían tener un tamaño ni demasiado grande ni tan pequeño que no excediera el de la cabeza de un hombre. Según Turriano, el proceso debía ser lento:

*Cocción de la cal
de acuerdo a
Pseudo-Juanelo
Turriano*

De una cosa quiero advertir que quando se empezare a dar fuego se le debe yr dando poco a poco hasta tanto que las piedras empiezen de sudar porq' de otro modo no seria nada ni nunca cozeria la piedra si primero no sudase en el horno y devele de dar poco a poco el fuego hasta que alleguen las flamas ençimas del horno entonçes se le debe dar grande priessa, y esto es la causa que algunos hornos rebientan es el darle el fuego reguroso antes que las flamas ayan açendido arriba y como no exhala la humedad encierrase dentro y de necessidad conviene que rebiente y q' se exhale por alguna parte; de modo que conviene q' la flama accienda arriba, sin tener punto de humo mezclado, y que las mas altas piedras hagan una ascua, ni por esto no es cozido el horno hasta tanto que se empieza a yr inchandose la piedra y que se vaya quebraçando y abriendose y se buelven las piedras yr calando hazia bajo a cerrar lo abierto, es cosa maravillosa y aun es de notar que quando es coçido el horno de la calcina tiene el fuego esta calidad q' abajo empieza a hir enfriandose, y encima del horno estara aun el fuego en la calcina.¹³⁶⁴

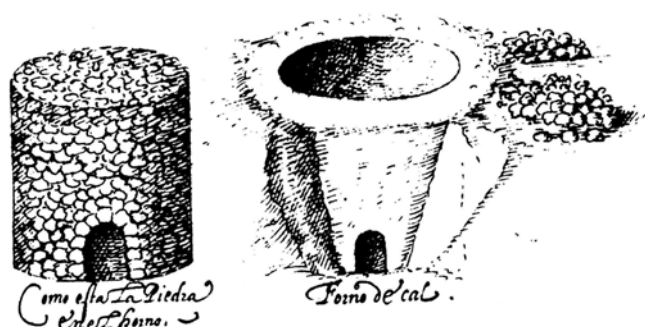


Fig. 30. La imagen muestra, a la izquierda, la disposición de la piedra caliza y, a la derecha, un horno de cal según Pseudo-Juanelo Turriano¹³⁶⁵.

¹³⁶⁴ TURRIANO, Pseudo-Juanelo, *op. cit.*, vol. II, pp. 468-470 y 475.

¹³⁶⁵ Imagen de *Ibíd.*, vol. II, p. 471.

Las *Ordenanzas de Málaga de 1611* señalan que el horno se «armaba» (se apercibía), con piedra y ripio, es decir, con piedra caliza y pequeños trozos de ésta¹³⁶⁶. En la parte inferior del horno de Turriano puede observarse el espacio abovedado al que estas *Ordenanzas de Málaga* denominan «capilla», y en el que se disponía el hogar¹³⁶⁷.

Con el tiempo,
los hornos
experimentaron
sucesivas
transformaciones

Con el tiempo, los hornos de cal experimentaron sucesivas modificaciones en su estructura con el fin de mejorar el aprovechamiento del calor y, de este modo, reducir los costos de producción. Los autores del siglo XIX dan cuenta de la diversificación de los métodos de calcinación de la caliza para la obtención de la cal. Ésta podía producirse mediante los sistemas «a gran llama», (colocando el combustible en la parte inferior del horno) o «por capas» (disponiendo capas alternas de piedra caliza y combustible). Además, se diferencian los métodos de calcinación periódica y continua. F. B. y B. describe el primero de éstos indicando que, una vez calcinada la piedra, se deja enfriar dentro del horno y después se descarga. Este método probablemente fuera más primitivo que el de calcinación continua, que consiste en cocer la piedra, extraer la cal formada por la parte inferior, y al mismo tiempo cargar más caliza por la parte superior¹³⁶⁸.

P. C. Espinosa, en su excelente *Manual de construcciones de albañilería* (1859) se refiere a todos estos métodos y, además, detalla los diversos tipos de horno que existían en su época (figs. 31-33). Según este autor, los hornos de calcinación continua tienen la ventaja de economizar combustible¹³⁶⁹.

¹³⁶⁶ *Ordenanzas de Málaga de 1611, op. cit.*, p. 90.

¹³⁶⁷ TURRIANO, Pseudo-Juanelo, *op. cit.*, vol. II, p. 471.

¹³⁶⁸ F. B. Y B., *op. cit.*, p. 182.

¹³⁶⁹ La magnífica obra de este autor detalla la multiplicidad de hornos que se daban en su época, no sólo en España, sino también en otros países. Aporta su descripción detallada, junto a sus plantas y alzados, en la mayoría de los casos. Cfr. ESPINOSA, P. C., *op. cit.*, pp. 16-53 y las diversas figuras referidas por el autor en el texto.

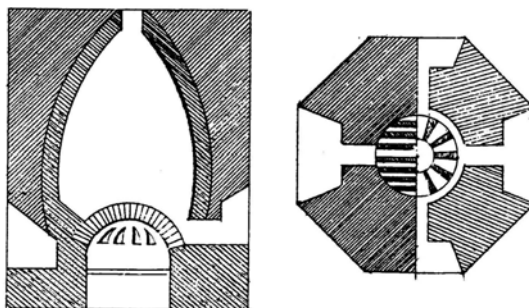


Fig. 31. La imagen muestra un horno para la calcinación continua a gran llama con el hogar situado en la parte inferior, según P. C. Espinosa¹³⁷⁰.

Sin embargo, de acuerdo a este mismo autor, los hornos de calcinación por capas exigen un mayor gasto en la descarga del horno, ya que debe ponerse gran cuidado en evitar la mezcla de piedra y combustible. Dentro de los de calcinación periódica a gran llama, incluye un horno que denomina «de campaña», empleado para obras de corta duración. Este horno es similar al de Turriano:

Estos hornos se construyen formando sobre la superficie del terreno ó en escavacion una bóveda de la misma piedra, escogiendo para ello las de mayor tamaño, y dejando claraboyas para que pase la llama; la capacidad que se deja debajo del embovedado, forma el hogar. Sobre esta bóveda se va colocando la piedra que se ha de calcinar, y se forma con las mas gruesas el perímetro, elevando á la vez tanto este como el macizo interior de la piedra que se ha de calcinar. Una vez cargado el horno, se revisten con tierra arcillosa las paredes, á cuya operación se llama enlodar, y se rodea con zarzos enlodados tambien para que se pierda el menor calórico posible. Si el terreno es una ladera, suele construirse el horno haciendo una escavacion en esta, de modo que las paredes las constituya por tres lados el terreno mismo, y en la de frente se practica la boca del hogar; sin embargo, este sistema es mas costoso que el que se ha indicado primero, y el cual es suficiente en obras rurales de poca entidad, y es al mismo tiempo muy sencilla la construccion. Cuando se trata de fabricar cal en poco tiempo, con poco coste y en corta cantidad, es preferible.¹³⁷¹

¹³⁷⁰ *Ibidem*, lámina 1ª, figs. 16 y 17.

¹³⁷¹ *Ibidem*, p. 18. V., asimismo, el horno de Pseudo-Juanelo Turriano aportado anteriormente.

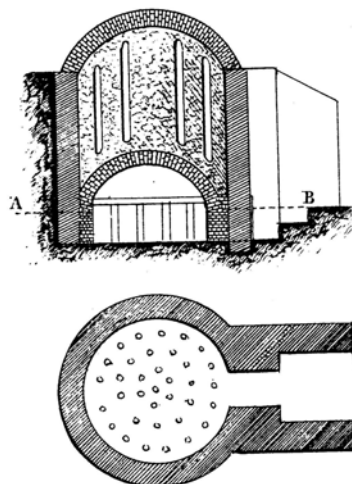


Fig. 32. Horno cilíndrico para calcinación periódica a gran llama de acuerdo al dibujo de P. C. Espinosa¹³⁷².

Espinosa considera que los hornos más utilizados en su época (s. XIX) en España, eran de calcinación periódica a gran llama y de sección rectangular:

Los hornos más comunes, particularmente en España, son los de la primera clase indicada anteriormente, de sección rectangular. Están formados por cuatro muros; en el de frente hay practicadas las entradas del hogar. Este consiste en una capacidad que ocupa todo el fondo entre los muros, cubierta por una bóveda de claraboyas, sobre la cual se coloca la caliza; los cuatro muros se prolongan verticalmente hasta la altura conveniente, y entre ellos está la piedra que se calcina. Esta clase de hornos se construye generalmente adosando tres de sus lados a los paramentos de una excavación abierta al intento.¹³⁷³

¹³⁷² *Ibídem*, lám. 1, fig. 2.

¹³⁷³ *Ibídem*, p. 18.

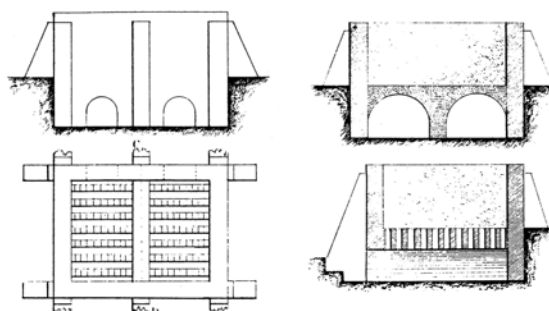


Fig. 33. La imagen muestra un horno rectangular, para calcinación periódica a gran llama, con dos hogares, de acuerdo al dibujo aportado por P. C. Espinosa¹³⁷⁴.

Los materiales empleados en la construcción de los hornos podían ser la misma piedra caliza así como refractarios, silíceos, adobes y ladrillos¹³⁷⁵. Con el fin de evitar la pérdida de calor, solían hacerse doubles paredes que se rellenaban de carbón o ceniza, o bien se interponía una capa de estos materiales entre el terraplén y las paredes del horno¹³⁷⁶.

F. B. y B. señala que las caleras u hornos de cocer la piedra variaban según las diversas localidades¹³⁷⁷. Para este autor, los mejores eran los rectangulares ya mencionados, ya que permitían aprovechar el calor sobrante en la cocción de tejas o ladrillos. El cilíndrico es identificado por este autor con el de campaña, subrayando su eventualidad:

[...]se hace a poco coste y sirven en circunstancias incidentales
[...]¹³⁷⁸

El autor realiza una precisa descripción de estos hornos:

[...] se construyen empezando por disponer el hogar del modo que permitan las circunstancias, con barrotes de hierro, bóvedas de ladrillo, piedras arcillosas y aun en ciertos casos, se echa mano de ramas verdes, etc. Sobre el hogar se eleva en forma de torre un alto macizo de piedras

¹³⁷⁴ *Ibidem*, lám. 1º, fig. 1.

¹³⁷⁵ *Ibidem*, p. 19. F. B. y B., *op. cit.*, p. 183.

¹³⁷⁶ ESPINOSA, P. C., *op. cit.*, p. 19. Como ya se ha indicado, este autor describe múltiples tipos de hornos empleados en la calcinación periódica y continua, tanto a gran llama como por capas, así como los utilizados en otros países en *ibidem*, pp. 20-39.

¹³⁷⁷ F. B. Y B., *op. cit.*, pp. 182-183.

¹³⁷⁸ *Ibidem*, p. 183.

calizas, cuyas paredes se cubren por la parte interior con una camisa de tierra arcillosa, así como la parte superior con auxilio de zarzas, juncos ó ramas verdes en las cuales se adhiere la arcilla. En los hornos de llama larga, alimentados con leñas y ramaje, la carga descansa sobre una ó dos bóvedas construidas en seco con piedras calizas. Se enciende debajo de estas bóvedas un fuego lento y se va avivando gradualmente, retirándole á medida que se establece el tiro [...]. El aire [...] lleva la llama á todos los puntos de las bóvedas, se introduce por todas las juntas, y en poco tiempo se comunica la incandescencia á las regiones mas elevadas del horno.¹³⁷⁹

El número de hogares, según el autor, depende del tamaño del horno. A su vez, la pequeña magnitud de las bocas influye favorablemente en el tiro¹³⁸⁰.

*Combustible
empleado en la
cocción de la
piedra caliza*

Benito Bails indica que el carbón de piedra produce cal más rápidamente que la leña, dando lugar además a un material de calidad superior¹³⁸¹. El combustible empleado generalmente en el siglo XIX podía estar constituido por ramas, leña, turba y carbón de piedra o vegetal¹³⁸².

P. C. Espinosa, refiriéndose a la calcinación a gran llama, señala que la piedra situada en la parte central del horno experimenta un mayor calentamiento que la ubicada en otras zonas. Para evitarlo, el autor indica que en este lugar debían situarse las piedras de mayor tamaño. De la misma manera, el tamaño de la piedra debería disminuir a medida que aumenta su distancia con respecto al hogar. Puesto que el calor tarda más tiempo en acceder y calcinar el núcleo de las piedras de mayor tamaño, éstas se sitúan más próximas a la fuente de calor; por otra parte, las piedras pequeñas, gracias precisamente a su menor tamaño, se calcinan más rápidamente. De este modo se consigue una calcinación más homogénea. Este autor prescribe para la piedra caliza un tamaño más reducido que el señalado por Turriano, estimándose esta vez entre 7 y 10 cm¹³⁸³.

¹³⁷⁹ *Ibídem*, pp. 186-187.

¹³⁸⁰ *Ibídem*, p. 187.

¹³⁸¹ BAILS, B., *op. cit.*, p. 169.

¹³⁸² F. B. Y B., *op. cit.*, p. 182, ESPINOSA, P. C., *op. cit.*, p. 43, MARCOS Y BAUSÁ, R., *op. cit.*, p. 33.

¹³⁸³ ESPINOSA, P. C., *op. cit.*, pp. 42-43.

En la calcinación a gran llama, es decir, disponiendo el combustible separado de la caliza, como asimismo se daba en el horno de Pseudo-Juanelo Turriano, P. C. Espinosa indica, también como este autor, que el fuego debía ser suave, ya que

[...] un fuego violento podría descomponer la piedra y la bóveda sobre la cual insiste esta.¹³⁸⁴

Al igual que Turriano, Teodoro Ardemans en su *Declaración, y extension, sobre las ordenanzas que escribió Juan de Torija...* (1719) señala que la piedra a calcinar debe conservar su «humor»¹³⁸⁵.

Según algunos autores, la piedra a calcinar debía conservar cierta humedad

Espinosa indica que el agua de la piedra se evapora lentamente:

Al principio de la calcinacion el agua de cantera que contiene la piedra se evapora sucesivamente, y al cabo de las horas indicadas, dicha piedra queda libre de ella. Entonces se ennegrece, y debe sostenerse el fuego hasta que recobre su color; desde entonces puede irse cargando de combustible el hogar.¹³⁸⁶

F. B. y B. señala que algunos caleros mojaban incluso la caliza:

[...] pues está probado que la humedad de la piedra facilita la calcinación.¹³⁸⁷

Para Espinosa, la presencia de vapor, que aparece en forma de humo blanco, evita el exceso de calcinación de la piedra situada en la parte inferior de la hornada¹³⁸⁸.

Ricardo Marcos y Bausá indica en su *Manual de albañilería* (1880) que, con el exceso de fuego, la cal «se pasa», lo que da lugar a la consiguiente merma de sus buenas cualidades¹³⁸⁹. De acuerdo a Espinosa, los colores que adquiere la llama son negro, al comienzo de la calcinación, gris, rojo-violado, azulado y, por fin, blanquecino amarillento. Las señales que indican el fin de la calcinación son:

Colores de la llama

¹³⁸⁴ *Ibidem*, p. 42.

¹³⁸⁵ ARDEMANS, Teodoro, *op. cit.*, p. 201.

¹³⁸⁶ ESPINOSA, P. C., *op. cit.*, p. 42.

¹³⁸⁷ F. B. Y B., *op. cit.*, p. 188.

¹³⁸⁸ ESPINOSA, P. C., *op. cit.*, p. 44.

¹³⁸⁹ MARCOS Y BAUSÁ, R., *op. cit.*, p. 34.

la llama sale casi sin humo y blanca, y la piedra cambia de color, poniéndose el interior de la masa de piedras de color rojo, fuerte ó rosaceo.¹³⁹⁰

Ricardo Marcos y Bausá explica que su cocción ha finalizado cuando la llama sale blanca y sin humo por la boca del horno. Respecto al color de la piedra:

[...] primero se ennegrece, toma luego un color azulado, despues verdoso y por último blanco ó leonado [...]¹³⁹¹

Según F. B. y B., una vez cocida la piedra la llama pasa a tener un color amarillo claro o blanco y no se produce humo¹³⁹².

Como se recordará, ya Turriano hizo alusión a la coloración que adquieren las piedras («que las mas altas piedras hagan una ascua»)¹³⁹³.

*Tiempo de
cocción*

En cuanto a la duración del proceso, Alberti indicó que la calcinación de la cal tarda más de 60 horas¹³⁹⁴. Según Pseudo-Juanelo Turriano, el tiempo que dura la cocción es de tres o cuatro días¹³⁹⁵. Fray Laurencio de San Nicolás señala que podía arder durante 24 o 68 horas, dependiendo de la costumbre de las diferentes caleras¹³⁹⁶. Estos períodos de tres a cuatro días fueron considerados tradicionalmente como los más aconsejables. Este criterio se mantuvo por parte de algunos autores del siglo XIX, como Ricardo Marcos y Bausá¹³⁹⁷, aunque en su época ya existía una gama de hornos relativamente amplia. Por el contrario, Espinosa indica que el tiempo de calcinación depende de diversos factores, entre los que influye decisivamente el tipo de horno empleado¹³⁹⁸:

¹³⁹⁰ ESPINOSA, P. C., *op. cit.*, p. 46.

¹³⁹¹ MARCOS Y BAUSÁ, R., *op. cit.*, p. 33.

¹³⁹² Otros métodos que, según el autor, pueden confirmar la calcinación de la cal son: el apagado de un fragmento de piedra o la ausencia de efervescencia tras la aplicación de un ácido. F. B. y B., *op. cit.*, pp. 187-188.

¹³⁹³ TURRIANO, Pseudo-Juanelo, *op. cit.*, vol. II, p. 470.

¹³⁹⁴ ALBERTI, Leon Battista, *op. cit.*, p. 118.

¹³⁹⁵ TURRIANO, Pseudo-Juanelo, *op. cit.*, vol. II, p. 475.

¹³⁹⁶ SAN NICOLÁS, Fray Laurencio de, *op. cit.*, vol. I, p. 36v.

¹³⁹⁷ MARCOS Y BAUSÁ, R., *op. cit.*, p. 33.

¹³⁹⁸ ESPINOSA, P. C., *op. cit.*, pp. 36-37, 46.

No pueden darse reglas fijas del tiempo que se necesita para calcinar una hornada de cal, pues depende de las dimensiones del horno y de su disposicion, de la calidad de la piedra y del combustible, etc.¹³⁹⁹

Así, F. B y B. señalaba que el tiempo que lleva alcanzar el punto de cocción dependía de múltiples circunstancias:

[...] como la calidad de la leña que puede ser mas ó menos seca; la piedra que puede tener iguales circunstancias, el aire que contrarie la coccion, etc.¹⁴⁰⁰

A pesar de estas indicaciones, el autor refiere que la calcinación de la piedra en hornos de carga regular solía durar 48 horas¹⁴⁰¹.

Una prueba de la calcinación de la piedra se obtenía, al menos a fines del siglo XIX, mediante la introducción de una varilla de hierro entre las piedras. El hecho de que penetrara sin dificultad indicaba que no habían quedado «huesos» o partes de caliza sin cocer¹⁴⁰². Para extraer la piedra, se apagaba gradualmente el fuego y se cerraban tanto la parte superior del horno como el hogar, dejándose enfriar la cal¹⁴⁰³.

Por otra parte, según Pseudo-Juanelo Turriano y Fray Laurencio de San Nicolás, la piedra debería perder un tercio de su peso¹⁴⁰⁴. Espinosa indica que la piedra caliza pierde entre la tercera y cuarta parte de su peso y entre 1/10 y 1/20 partes de su volumen. Este autor señala, asimismo, que cuando aún está en el horno, unas horas antes de finalizar la cocción, la merma en altura corresponde a una sexta parte¹⁴⁰⁵. De manera similar, F. B. y B. estima esta pérdida entre la quinta y sexta parte del volumen inicial¹⁴⁰⁶. Juan de Villanueva señala que la piedra caliza pierde casi la mitad de su peso durante el proceso de cocción¹⁴⁰⁷. Ricardo Marcos y Bausá

Con la cocción la piedra pierde peso y volumen

¹³⁹⁹ *Ibidem*, p. 46.

¹⁴⁰⁰ F. B. y B., *op. cit.*, p. 187.

¹⁴⁰¹ *Ibidem*, p. 188.

¹⁴⁰² MARCOS Y BAUSÁ, R., *op. cit.*, pp. 33-34. ESPINOSA, P. C., *op. cit.*, p. 46.

¹⁴⁰³ F. B. y B., *op. cit.*, p. 191.

¹⁴⁰⁴ TURRIANO, Pseudo-Juanelo, *op. cit.*, vol. II, p. 467. SAN NICOLÁS, Fray Laurencio de, *op. cit.*, vol. I, p. 36v.

¹⁴⁰⁵ ESPINOSA, P. C., *op. cit.*, pp. 16, 46.

¹⁴⁰⁶ F. B. y B., *op. cit.*, p. 187.

¹⁴⁰⁷ VILLANUEVA, J. de, *op. cit.*, p. 58.

explica que la pérdida de volumen, cuando aún está en el horno, corresponde a la sexta parte de la altura que alcanza la piedra¹⁴⁰⁸.

Ciertos documentos españoles que hacen referencia a la cocción de la caliza indican que, en algunas ocasiones, ésta no se quemaba bien. Este hecho dio lugar a la aparición de ciertas ordenanzas que recomendaban que los «bedores» o «veedores»¹⁴⁰⁹ comprobaran su calidad apagando alguna piedra en sus visitas a los hornos en los que se quemaba:

[...] y además desto lo queman tan mal [...] que los dichos behedores tengan cuidado de besitar los hornos donde se quema cal [...] y matando vna piedra dello con agua hagan la espiriençia si está bien quemado o no. Y paresçiendo estar mal quemado la cal ayan perdido el que la quemó y bende y su preçio sea para los pobres de la cárçel.¹⁴¹⁰

Tras su cocción, la cal que se airea excesivamente pierde propiedades, ya que absorbe la humedad ambiental e incluso puede carbonatar. Algunos autores aluden al fenómeno indicando que se vuelven «perezosas»¹⁴¹¹.

Apagado de la
cal

Durante el siglo XVI, en España, la cal se apagaba en unos recintos especiales o albercas. Éstos podían estar situados en un lugar cercano a la obra, del mismo modo que ocurría con los hornos. Así, Fray Juan de San Jerónimo en sus *Memorias* (1563-1591) sobre la construcción de El Escorial indica:

Y en este mes de abril y mayo [...] se hicieron los hornos de la cal y las bascas para echar la misma cal, las cuales bascas son unas albercas

¹⁴⁰⁸ MARCOS Y BAUSÁ, R., *op. cit.*, p. 33.

¹⁴⁰⁹ Los «bedores» o «veedores» eran elegidos periódicamente por sus predecesores entre personas dedicadas al oficio. Durante el tiempo en que debían ejercer el cargo, se encargaban de examinar a los futuros oficiales y velar por el cumplimiento de la calidad de trabajos y materiales. V. *Ordenanzas de la ciudad de Logroño. Año de 1607* en RAMÍREZ MARTÍNEZ, J. M., *op. cit.*, p. 38. En las *Ordenanzas de Málaga de 1611* se indica, con referencia a las ordenanzas de caleros: «Lo primero que las caleras desta ciudad tengan dos veedores, para que examinen a tos los otros para poder vsar de sus oficios, e tomar destajos e obras del dicho oficio, y para que vean lo que esta mal fecho, e bien fecho [...] los cuales dichos veedores ayan de ser elegidos por todos los maestros e examinados en el Cabildo, e ayuntamiento de esta ciudad, con juramento cada año, o quido la ciudad lo mandare [...] e la ciudad les darapoder e facultad como se à acostumbra e acostumbra hazer para lo vsar» *Ordenanzas de la muy noble y muy leal ciudad de Málaga, 1611*, *op. cit.*, p. 89v.

¹⁴¹⁰ RAMÍREZ MARTÍNEZ, J. M., *op. cit.*, p. 38.

¹⁴¹¹ F. B. y B., *op. cit.*, p. 29 y ESPINOSA, P. C., *op. cit.*, p. 54.

o receptáculos donde se mata con agua la dicha cal y se pone de tal disposición que se puede bien gastar.¹⁴¹²

Fray Laurencio de San Nicolás describe el agagado de la cal, indicando que se moja poco a poco «hasta que del todo esté satisfecha». Según el autor debía mantenerse a la sombra, en un lugar humedo, echándole arena por encima. Si la cal fuera a emplearse con prontitud, debía añadirse el agua necesaria y después mezclarla con la arena¹⁴¹³.

El material fraguado experimenta un aumento de volumen. Ya en el siglo XIX este fenómeno se relacionaba con el tipo de cal empleada¹⁴¹⁴.

P. C. Espinosa expresa de manera especialmente gráfica el apagado de la cal.

Para convertirla en cal apagada ó hidrato de cal, ó como suele decirse en la práctica, en cal muerta, hay que procurar absorba el agua. Al verificar la absorción, la cal pura ó con pocas mezclas accidentales, desprende calor, el agua se evapora, produce una especie de silbido, se hiende la cal y se deshace en polvo [...]. Cuando las calizas contienen mezclas accidentales, como sucede con las arcillosas, se modifican los fenómenos de la estincion; así es que, á medida que contienen mayor cantidad de arcilla, la absorcion, el desprendimiento de calor, el hendimiento, etc., van siendo más lentos [...].¹⁴¹⁵

¹⁴¹² SÁNCHEZ CANTÓN, F. J.: *Fuentes literarias para la historia del arte español*, 5 tomos, Madrid, Junta para la Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas, Centro de Estudios Históricos, 1923, tomo I (siglo XVI), p. 232.

¹⁴¹³ SAN NICOLÁS, Fray Laurencio de, *op. cit.*, vol. I, p. 37.

¹⁴¹⁴ FERRADA, Ventura, *op. cit.*, pp. 78-79.

¹⁴¹⁵ ESPINOSA, P. C., *op. cit.*, p. 53. F. B. Y B. describe el apagado de la cal de forma muy similar. Cfr. F. B. Y B., *op. cit.*, p. 28.

CALES.	PROPORCIONES EN PESO.		CARACTERES DISTINTIVOS DE LOS PRODUCTOS.
	Arcilla.	Cal.	
Muy crasa.....	100		Incapaz de endurecer en el agua y aumenta á veces hasta el doble de volúmen.
Medianamente hidráulica ..	0,10	0,90	Fragua á los 15 ó 20 dias de immersion y continúa endureciendo lentamente desde el sexto al octavo mes, siendo al año consistente como el jabon seco: disuelve con dificultad en el agua y aunque aumenta de volúmen no llega al de las cales crasas.
Hidráulica.....	0,20	0,80	Fragua á los seis ú ocho dias de immersion y sigue endureciendo hasta los 6 y 12 meses, siendo entonces su dureza como el de la piedra blanda, inatacable por el agua y aumenta poco de volúmen.

CALES.	PROPORCIONES EN PESO.		CARACTERES DISTINTIVOS DE LOS PRODUCTOS.
	Arcilla.	Cal.	
Eminente-mente hidráulica.....	0,30	0,70	Fragua al segundo ó cuarto dia de immersion, siendo insoluble al mes y á los seis es comparable con las piedras calcáreas absorbentes que presentan fractura escamosa y son rayadas: el aumento del volúmen es como el de la cal delgada.
Límite.....	0,34	0,66	"
Cales cimentos.....	0,40 0,50 0,60	0,60 0,50 0,30	No se dilata nada, reducida á polvo y hecha pasta, fragua y endurece con rapidez, habiendo algunas como la de San Sebastian, cuya solidificación es tal que hay que trabajarla en porciones como el yeso y es preciso mezclar un poco de cal crasa para que sea mas tardo el endurecimiento.
Límite.....	0,61	0,30	"
Cimentos hidráulicos ó puzolanas ..	0,70 0,80 0,90	0,30 0,20 0,10	Son muy delgados para aumentarse por la extincion. En pocos dias y debajo del agua reducido á polvo y á pasta en combinacion con la cal crasa, adquiere la dureza de un calcáreo, llegando á ser muy fuerte.
Cimentos ordinarios los que contienen mas de 0,90 de arcilla			
Peso del metro cúbico { viva 800 á 837 kilogramos. apagada en pasta 1.300 á 1.430 kilogramos.			

Fig. 34. Clasificación de los distintos tipos de cal, establecida por Ventura Ferrada en función de su composición y características del proceso de fraguado. Las páginas corresponden al facsímil ya mencionado de la obra de este autor.

Métodos
empleados en el
apagado de la
cal

La cal puede formar una pasta blanca o un polvo blanco al apagarse, dependiendo del método empleado para ello. La pasta es considerada por Benito Bails un material idóneo para enlucidos. Según este autor, el procedimiento seguido para su obtención es el siguiente: la cal reducida a pedazos se deposita en un estanque, se cubre con una capa de arena, de modo que ésta cubra todos los intersticios entre las piedras y se añade toda el agua necesario para que moje la cal. Después, se deja reposar durante el tiempo que se desee¹⁴¹⁶.

Con el fin de purificar la cal este mismo autor se refiere a un método similar al anterior, que consistía en realizar en el suelo dos orificios contiguos, de distinto tamaño y unidos por un conducto. El orificio donde se apaga la cal, más pequeño, se dispone en un nivel superior. En el conducto de unión se colocaba una reja que

¹⁴¹⁶ BAILS, B., *op. cit.*, p. 174.

retenía los cuerpos extraños presentes en la piedra caliza. Una vez lleno de cal el orificio más pequeño, se añadía agua lentamente, batiéndola con la batidera, y después se la dejaba correr hacia el grande, abriendo la comunicación entre ambos. El procedimiento se repite en veces sucesivas. Para finalizar, se cubría la cal con arena para conservarla¹⁴¹⁷.

Ya en el siglo XIX F. B. y B. alude al método de los dos orificios practicados en el terreno, describiéndolo de manera muy similar a la de Bails, pero cuestionando su efectividad:

En algunas provincias se reduce la cal á consistencia lechosa, colocándola en una alberca y llenando esta de agua, de donde se la hace pasar desdeida á otra mayor. Por este procedimiento resulta demasiado aguada y pierde la mayor parte de sus cualidades consolidantes.¹⁴¹⁸

El método denominado por Ricardo Marcos y Bausá de la «lechada o papilla espesa» consiste, simplemente, en añadir pausadamente agua a la cal depositada previamente en un artesón, agitando la mezcla continuamente¹⁴¹⁹.

Método de la lechada o papilla espesa

Según estos dos últimos autores, las cales apagadas siguiendo este procedimiento aumentan casi tres veces su volumen. La capa de arena que cubre la cal impide su contacto con el aire, con lo que la conserva en buen estado¹⁴²⁰.

El método llamado de «aspersion», según R. Marcos y Bausá, se lleva a cabo de la siguiente manera: se extiende en el suelo una capa de cal viva de 30 o 40 cm, se añade agua lentamente, con cubos o una regadera y, al mismo tiempo, con la batidera, se abren surcos paralelos y perpendiculares de modo que agua y cal entren en contacto. El material queda finalmente reducido a polvo grueso¹⁴²¹. Este polvo debe carecer de lo que en el argot de la construcción y, según Espinosa o F. B. y B., se denominan «huesos». Este término, además de designar las partes de la caliza que habían quedado sin cocer, como ya se ha indicado en párrafos anteriores, también

Método de aspersion

¹⁴¹⁷ *Ibidem*, pp. 174-175.

¹⁴¹⁸ F. B. y B., *op. cit.*, p. 29.

¹⁴¹⁹ MARCOS Y BAUSÁ, R., *op. cit.*, p. 37.

¹⁴²⁰ *Ibidem*. Este autor indica que, sin embargo, la cal viva hidráulica sólo da lugar a uno y medio o uno y cuarto volúmenes de cal apagada. Asimismo, esta cal no puede conservarse disuelta en el agua, ya que endurece rápidamente. *Ibidem*, pp. 37-38. F. B. y B. estima el aumento del volumen de la cal entre dos y dos veces y media con respecto al inicial.

¹⁴²¹ MARCOS Y BAUSÁ, R., *op. cit.*, p. 38.

Método
ordinario

aludía a los fragmentos de cal que pudieran quedar sin apagar¹⁴²². Ventura Ferrada describe este método de «aspersion», que también denomina «ordinario», de forma similar, aunque incluye ciertas variantes. Así, de acuerdo a este autor, el procedimiento consistía en colocar la cal en balsas y cubrirlas con agua mediante el empleo de cubos o batideras, hasta que la cal se redujera a pasta¹⁴²³.

Método de
inmersión

Otro método empleado es el de «inmersion», que se fundamenta en introducir la cal, previamente reducida a pedazos del tamaño de nueces y dispuesta en sacos o cestos, en agua durante unos segundos o minutos (dependiendo del tipo de cal empleado)¹⁴²⁴. Benito Bails indica que la cal apagada mediante este método se utilizaba para edificar. Describe de esta manera el proceso:

Dos hombres bastarán para toda la maniobra. Mientras el uno estuviere quebrantando con una azuela los terrones de cal, hasta quedarse todos del tamaño de un huevo, el otro cogerá con una pala la cal quebrantada, y llenará una cesta llana clara como las que sirven para cerner el yeso. Zambullirá la cesta en el agua, y la mantendrá zambullida hasta que toda la superficie del agua empiece á hervir; sacará la cesta del cuezo, esperará un instante para que se escurra el agua, y echará la cal mojada en un tonel ó tinaja. Repetirá, sin discontinuar, la misma operación hasta tanto que toda la cal esté mojada y metida en los toneles, dexando arriba un hueco ó vacío de dos ó tres dedos. La cal metida en los toneles se calentará muchísimo, arrojará en humo la mayor procion de agua que hubiere sorvido, abrirá sus poros deshaciéndose en polvos, y perderá por último su calor.¹⁴²⁵

Método de
extinción
espontánea

El método de «estincion espontánea» consiste, simplemente, en colocar la piedra, reducida a fragmentos pequeños, en el suelo, en capas de unos 20 cm y a cubierto; de esta manera se deja expuesta a la acción de la humedad atmosférica, removiendo la piedra cada cierto tiempo. Este último método exige mucho tiempo (al

¹⁴²² F. B. y B., *op. cit.*, p. 28. ESPINOSA, P. C., *op. cit.*, p. 54.

¹⁴²³ FERRADA, V., *op. cit.*, p. 83. Este método se asemeja también al de la «lechada o papilla espesa» de R. Marcos y Bausá y, también, al denominado «ordinario» o de «aspersion» por parte de Espinosa y F. B. y B. Cfr. ESPINOSA, P. C., *op. cit.*, pp. 54-55 y F. B. y B., *op. cit.*, pp. 28-29.

¹⁴²⁴ ESPINOSA, P. C., *op. cit.*, pp. 55-57. Este autor describe, además los nuevos ingenios que en la Europa del siglo XIX iban surgiendo con la intención de facilitar y economizar la producción. Cfr., asimismo, MARCOS Y BAUSÁ, R., *op. cit.*, pp. 38-39, F. B. y B., *op. cit.*, pp. 29-30 y FERRADA, V., *op. cit.*, p. 83.

¹⁴²⁵ BAILS, B., *op. cit.*, p. 171.

menos tres meses)¹⁴²⁶. Ricardo Marcos y Bausá indica que los procedimientos de «extinción espontánea», «inmersión» y «aspersión» producen cal en polvo¹⁴²⁷.

Según este último autor, el método de «extinción espontánea» y el de «inmersión» no producen gran aumento de volumen ya que, en estos casos, la cantidad de agua que absorbe la cal se sitúa entre 1/6 y 1/3 de su volumen inicial¹⁴²⁸. F. B. y B. señala que la cal apagada por el último método («extinción espontánea») aumenta 2/5 de su peso¹⁴²⁹. En general, puede decirse que los autores indican diversos aumentos para los diferentes tipos de cales. Entre éstos, Ventura Ferrada aporta la siguiente clasificación:

La variación de volumen en el material depende también del tipo de apagado

De acuerdo a algunos autores, las cales apagadas por «aspersión» se conservan en parajes secos y cubiertas por capas de arena y tierra o solo con arena, mientras que las apagadas por «extinción espontánea» e «inmersión» han de conservarse en locales secos. Estas prescripciones son lógicas para un material en polvo que puede absorber con facilidad la humedad ambiental y reaccionar con el dióxido de carbono atmosférico. F. B. y B. y Ventura Ferrada indican que, en estos dos casos, debe mantenerse en cajones cubiertos de tela y paja. Según ambos, la cal carbonata superficialmente y preserva el interior. Las cales hidráulicas vivas se protegían en lugares secos, en cobertizos u orificios practicados en el subsuelo, dispuestas entre capas de cal apagada, pudiendo conservarse de esta manera entre 5 y 6 meses¹⁴³⁰.

Conservación de la cal apagada

¹⁴²⁶ ESPINOSA, P. C., *op. cit.*, p. 57. MARCOS Y BAUSÁ, R., *op. cit.*, p. 39. F. B. y B., *op. cit.*, p. 30. FERRADA, V., *op. cit.*, pp. 83-84.

¹⁴²⁷ MARCOS Y BAUSÁ, R., *op. cit.*, p. 39.

¹⁴²⁸ *Ibidem.*

¹⁴²⁹ F. B. y B., *op. cit.*, p. 30.

¹⁴³⁰ F. B. y B., *op. cit.*, p. 31. FERRADA, V., *op. cit.*, p. 86.

MÉTODOS DE APAGAMIENTO.	CLASE DE CALES.	AUMENTO DE VOLUMEN.	HORAS DE EMPLEO EN EL APAGADO.
Por aspersión.....	Comunes...	Dos ó dos y medio veces del que tienen antes de apagarse.	0, m ³ 43 cal viva un peon 7 á 8 horas.
	Hidráulicas y eminentemente hidráulicas.....	Una cuarta parte á un medio.	1, m ³ por aspersión 2 operarios 4,4 horas.
Por inmersión.....	Comunes...	1,50 á 1,70 por uno del que tienen antes.	
	Hidráulicas.	1,8 á 2,18 midiéndola en polvo.	0, m ³ 62 cal viva un peon 10 horas.
Extinción espontánea.....	Comunes...	Unos $\frac{2}{3}$ de su peso, y su volumen hasta 3,52 por uno de cal viva en polvo.	
	Hidráulicas.	1,75 hasta 2,55 de volumen por uno de cal viva en polvo.	

Fig. 35. Aumentos de volumen según los diversos tipos de cal y métodos de apagado (página del facsímil)¹⁴³¹.

Siglos atrás, algunos documentos como las *Ordenanzas de Granada de 1611* prohíben la venta de cal sin regar. Según el texto, únicamente se podía vender

[...] en terron e por cargas, a los xaboneros para hazer xabon, e a los curtidores para curtir.¹⁴³²

¹⁴³¹ FERRADA, V., *op. cit.*, p. 84.

¹⁴³² *Ordenanzas de Málaga de 1611*, *op. cit.*, p. 90r. Es ampliamente conocido el empleo de la cal por parte de los curtidores, con el fin de eliminar el pelo de las pieles. Son numerosas las ordenanzas que aluden a este oficio. Entre éstas, las de Sevilla de 1632 indican: «Otrosi, ordenamos, y mandamos, que ningun cortidor, no sea osado de curtir ningun cuero cabruno, sin que primero le dê dos cales, y la postrera cal que se le diere, que sea nueva [...]». *Ordenanzas de Sevilla de 1632*, *op. cit.*, p. 152v.

El jabón se elaboraba por tratamiento de las grasas con un álcali. Durante muchos siglos las plantas barrilleras se emplearon como fuente en la producción de sosa (Na_2CO_3), que se utilizaba para este fin. Según Dagmar de Mora-Figueroa «se daban naturalmente en las salinas, saladas, salobres y marismas de todo el litoral mediterráneo desde el reino de Valencia hasta Málaga [...]. Las condiciones extremas de supervivencia llevaron a las plantas que así crecen a desarrollar mecanismos de resistencia a la salinidad que hacen que las plantas barrilleras y la sosa, barrilla o kali, el producto que se obtiene al quemarlas, sea muy rico en sales» DAGMAR DE MORA-FIGUEROA: «Las plantas barrilleras y sus usos industriales», en SOCIEDAD ESTATAL PARA LA

Esta disposición es lógica para los oficios señalados, ya que requieren el empleo de cal viva. Por otra parte, el hecho de que se prohíba la venta de cal sin regar puede deberse a que en tiempo húmedo la cal viva absorbe la humedad atmosférica, aumentando de volumen, con lo que el comprador resulta engañado. Más adelante se hará referencia a las alusiones que realiza al respecto Teodoro Ardemans en 1719.

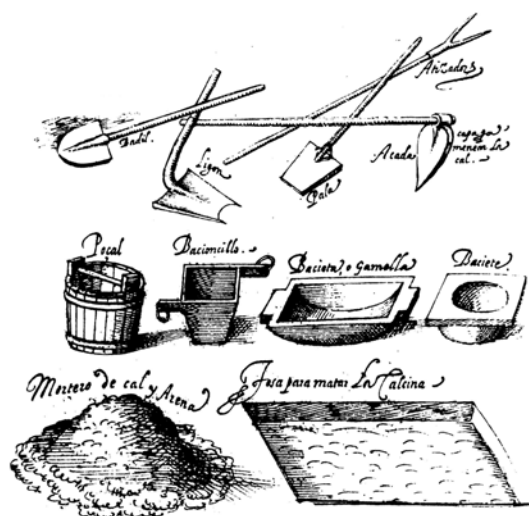


Fig. 36. Diferentes útiles empleados en la cocción y apagado de la cal, según Pseudo-Juanelo Turriano¹⁴³³.

Algunas ordenanzas señalan que, antes de poner a la venta la cal apagada, debía pasar un día después de regada, quizás con el fin de que se hubiera matado bien y, además, para que evaporara la suficiente cantidad de agua, de modo que la que quedara retenida no modificara excesivamente su volumen o peso. Se evitarían así posibles fraudes¹⁴³⁴. Las *Ordenanzas de Granada de 1552* aluden a la cal para vender como «cal regada de otro día» e indican que «que el día que la cal se riega no se mida»¹⁴³⁵. Un acta capitular del Archivo Municipal de Écija, a su vez señala:

CONMEMORACIÓN DE LOS CENTENARIOS DE FELIPE II Y CARLOS V, *op. cit.*, p. 310. Según Julio Rosignón podía emplearse cal viva mezclada con las cenizas (de las plantas aludidas) para la elaboración de la lejía que servía para preparar jabones. ROSIGNÓN, Julio: “Manual de aceites y jabones ó sea extracción de los cuerpos grasos y fabricación de jabones, (París, Rue Visconti 23, México, Cinco de Mayo 14, 1904), Valencia, Librerías París-Valencia, 2001, pp. 132-136, 190.

¹⁴³³ Imagen procedente de TURRIANO, Pseudo-Juanelo, *op. cit.*, vol. II, p. 471.

¹⁴³⁴ MARTÍN OJEDA, M., *op. cit.*, p.124.

¹⁴³⁵ *Ordenanzas de Granada de 1552*, *op. cit.*, p. CCXXXIV.

La çibdad platicó sobre la cal e mandaron que no se pueda medir la cal el día que se riegue, syno que pase otro día natural; e lo sy contrario fiziere, cayga en pena de dozientos maravedís [...]¹⁴³⁶

Medida de la cal

En las ordenanzas que se refieren a la cal se considera importante que su medida se lleve a cabo de forma adecuada. Como unidad de medida solía emplearse la media fanega¹⁴³⁷, tal y como indican las *Ordenanzas de Granada de 1552* o las de *Málaga de 1611*, que asimismo señalan que esta unidad de medida debía ser sellada y herrada por la ciudad, de modo que se garantizara su capacidad¹⁴³⁸. Las primeras de estas ordenanzas especifican que la media fanega era «de palo», es decir, de madera¹⁴³⁹. Las *Ordenanzas de Valladolid de 1549* y las de *Málaga de 1611* indican que se vendiera media fanega «rayda» o «rasada» y media «colmada». De esta manera, una media fanega compensaba a la otra; en palabras de las *Ordenanzas de Málaga* «haziendo la media»¹⁴⁴⁰. Otros textos se refieren a la medida de la cal mediante cahíces¹⁴⁴¹. Así, las *Ordenanzas de Murcia de 1695* señalan el empleo de «el cahiz que la ciudad ha mandado hazer»¹⁴⁴².

Como en el caso del yeso, las *Ordenanzas de Granada de 1552* establecen diferencias de precio entre la cal vendida entre Noviembre y Abril (diez maravedíes) y la comercializada entre primeros de Mayo y finales de Octubre (nueve maravedíes) siendo, por tanto, más económica esta última¹⁴⁴³. Como se indicó también para el yeso, es posible que la diferencia de precio se debiera a la mayor dificultad de su elaboración y transporte en los meses más fríos. Asimismo, quizás las condiciones ambientales también quizás podían alterar la calidad del producto.

¹⁴³⁶ A. M. E. Act. Cap. 3-III-1524. Libro nº 1, f. 256r, en MARTÍN OJEDA, M., *op. cit.*, p. 254.

¹⁴³⁷ V. la definición del término «fanega» en el apartado dedicado al yeso.

¹⁴³⁸ *Ordenanzas de Granada de 1552*, *op. cit.*, p. CCXXXIIr. *Ordenanzas de Málaga de 1611*, *op. cit.*, p. 90r.

¹⁴³⁹ *Ordenanzas de Granada de 1552*, *op. cit.*, p. CCXXXIIr.

¹⁴⁴⁰ Cfr. *Ordenanzas de la ciudad de Valladolid. 1549-1818*, (int. de Fernando Pino Rebolledo, pról. de Joaquín Díaz González), Valladolid, Ámbito Ediciones, 1988, v. la ed. facs. de 1549 y la de 1818, p. 255. Las de 1818 constituyen la sexta reimpresión de las de 1549, de modo que las disposiciones de éstas perduran a través de trescientos treinta y siete años. *Ordenanzas de Málaga de 1611*, *op. cit.*, p. 90r. Las *Ordenanzas de Granada de 1552* también aluden a la venta de la cal por fanegas. *Ordenanzas de Granada de 1552*, *op. cit.*, p. CCXXXIV.

¹⁴⁴¹ V. la definición del término «cahíz» en el apartado dedicado al yeso.

¹⁴⁴² *Ordenanzas de Murcia de 1695*, *op. cit.*, p. 57.

¹⁴⁴³ *Ordenanzas de Granada de 1552*, *op. cit.*, p. CCXXXIV.

Teodoro Ardemans en su *Declaracion y extension sobre las ordenanzas que escriviò Juan de Torija...* (1719) indica que el precio de la cal podía variar de acuerdo a diversas circunstancias:

[...] su valor siempre difiere, porque según el tiempo, assi se altera, ò se minora el porte;¹⁴⁴⁴

Según este autor, en época de lluvias la cal se «soltaba», es decir, comenzaba a reaccionar con el agua. En estos casos, el vendedor debía terminar de apagarla o «azogarla» ya que de lo contrario, con el aumento de volumen que experimenta la cal, el comprador resultaba engañado¹⁴⁴⁵. Precisamente, uno de los fraudes que se daban en época de Teodoro Ardemans está relacionado con el incremento de volumen que experimenta la cal cuando ha sido apagada. Al parecer, algunos comerciantes cobraban por la fanega de esta última un precio más elevado que cuando la cal se encontraba en terrón, sin tener en cuenta ese aumento. En relación a esta circunstancia, el autor exhortaba a estos profesionales a que por la compra de una fanega de cal viva en terrón dieran dos y cuartilla colmada¹⁴⁴⁶ de la cal azogada. El precio por la última debía ser el mismo, más un real en concepto del gasto en el proceso de apagado y su porte¹⁴⁴⁷.

*Fraudes en la
venta de cal*

Otro de los fraudes que pudieron darse a lo largo de los siglos, a tenor de ciertos documentos, es la venta de fanegas de cal incluyendo piedras grandes, con lo que la medida se llenaba enseguida. Así lo indican las *Hordenanças del oficio de yelseros* incluidas en las *Ordenanzas de la ciudad de Logroño de 1607*:

Yten hordenaron y mandaron que porque los que queman la cal haçen muy grande fraude, en la medida que siendo las piedras grandes con muy poco se ynche la media anega [...] ¹⁴⁴⁸

Y un anuario de construcción de 1867 se refería a los diversos tipos de cal que entonces se expendían para uso común. Así, se suministraban las siguientes variedades: cal grasa, viva de la Alcarria, Madrid e inmediaciones y apagada, en

¹⁴⁴⁴ ARDEMANS, Teodoro, *op. cit.*, p. 201.

¹⁴⁴⁵ Azogar: «Apagar la cal rociándola con agua, de modo que se deshaga sin formar lechada». REAL ACADEMIA ESPAÑOLA, (1978), *op. cit.*, p. 151.

¹⁴⁴⁶ El término «cuartilla» aparece definido en el apartado dedicado al yeso.

¹⁴⁴⁷ ARDEMANS, Teodoro, *op. cit.*, pp. 201-203.

¹⁴⁴⁸ RAMÍREZ MARTÍNEZ, J. M., *op. cit.*, p. 38.

polvo y en pasta, cal hidráulica de San Sebastián y Marsella y cal menos hidráulica, de Valdemorillo y Novelda¹⁴⁴⁹.

IV. 2.2.1. Algunas utilidades de la cal

Esgrafiado

Entre los usos que se han dado a la cal dentro del ámbito artístico, quizás uno de los más importantes ha sido su empleo en la preparación del muro para pintar óleo¹⁴⁵⁰, temple¹⁴⁵¹ y, fundamentalmente, al fresco¹⁴⁵²; en este último caso la pared ha de estar húmeda, mientras que para el óleo y el temple debe estar seca. Asimismo, se empleaba cal en la técnica actualmente conocida como esgrafiado y a la que algunos antiguos autores denominan «grafio». Según Felipe Nunes, en la realización de esta última manifestación artística citada se procedía de la siguiente manera: primeramente se aplica una mano de cal mezclada con pigmento negro; una vez seca, se daba una mano de cal. Entonces, con un instrumento punzante, se retiraba de las zonas deseadas esta mano de color blanco, que podía estar o no completamente seca,

¹⁴⁴⁹ M. M., *op. cit.*, p. 13. Asimismo, Ventura Ferrada expone algunas otras localidades españolas donde existían yacimientos de piedra caliza. Cfr. FERRADA, V., *op. cit.*, pp. 93-94.

¹⁴⁵⁰ BRUQUETAS GALÁN, R., (1998), *op. cit.*, p. 37. PACHECO, Francisco, *op. cit.*, libro tercero, cap. V, p. 480. Genaro Cantelli indica que se aplicaba una base constituida por cal y polvos de mármol. Se embebía con aceite de linaza. Por último, se aplicaba una mezcla de pez griega, barniz mastic («mástico») y barniz ordinario. CANTELLI, Genaro, *op. cit.*, pp. 200-201. Las indicaciones de este autor son en todo punto similares a las de Vasari. V. VASARI, Giorgio, (1986), *op. cit.*, cap. XXII, pp. 69-70. VASARI, Giorgio, (1998), *op. cit.*, XXII, pp. 118-119.

¹⁴⁵¹ Genaro Cantelli indica que el mortero de cal y arena podía servir tanto para el temple como para el fresco. CANTELLI, Genaro, *op. cit.*, pp. 224-225. También Hild se refiere a la pintura al temple con cola sobre un enlucido de cal y arena. HILD, K. W., *op. cit.*, p. 275.

¹⁴⁵² Ya se ha indicado que no se describirá detalladamente este proceso ya que sobrepasa el objeto de esta tesis doctoral. En este sentido, únicamente se aportan las referencias de algunos autores. V., a modo de ejemplo, BRUQUETAS GALÁN, R. (1998), *op. cit.*, p. 37. NUNES, Felipe, *op. cit.*, pp. 61r-62r. GUEVARA, Felipe de, *op. cit.*, pp. 166-170. PACHECO, Francisco, *op. cit.*, libro tercero, cap. III, pp. 464-465. PILES, Roger de, *op. cit.*, p. 78. CHURCH, A. H., *op. cit.*, pp. 17-21. También W. G. Constable se refiere a la pintura al fresco en CONSTABLE, W. G.: *The painter's workshop*, Londres, etc., Oxford University Press, 1954, pp. 59-67. K. W. Hild detalla los diversos tipos de pintura mural, tanto al fresco como al secco o al silicato, al temple y al óleo. V. HILD, K. W., *op. cit.*, pp. 266-290. V. *Recueil des essais des merveilles de la peinture*, o *Manuscrito de Bruselas* (1635), de Pierre Le Brun, en MERRIFIELD, M. P., *op. cit.*, vol. II, pp. 788-793. J. SOLER detalla minuciosamente este proceso en SOLER, J., *op. cit.*, t. II, pp. 122-124.

con lo que el diseño elegido quedaba en blanco y negro o gris¹⁴⁵³. Giorgio Vasari indica que los «sgraffiti» se realizan sobre una base de cal y arena, teñida en un color plateado oscuro con paja quemada, se blanqueaba encima con cal de travertino y, a continuación, se calcaban los dibujos y retiraba la capa superficial en las zonas donde el diseño lo requería. Las zonas oscuras se repasaban con acuarela aguada oscura. El autor señala que, por emplearse el hierro con forma de garfio, denominado «graffiato», se denominó esta labor «sgraffito»¹⁴⁵⁴.

Con agua de cal se pintó también en pintura mural. Las *Ordenanzas de pintores de la ciudad de Córdoba de 1493* así parecen estipularlo. El documento indica que se emplean «colores bajas» (de escaso valor económico) como «acofaira», «almagra» y «prieto», que se mezclan con agua o más probablemente agua de cal (el texto en este punto no es del todo claro)¹⁴⁵⁵. Algunos autores, como Felipe de Guevara, aluden, en el siglo XVI, al empleo de agua de cal como aglutinante de los pigmentos para pintura mural. Se trata, presumiblemente, de pintura al fresco, ya que el autor se refiere al mantenimiento de la humedad de las paredes blanqueadas para ser pintadas posteriormente¹⁴⁵⁶. Este tipo de pintura mural es denominada por Paul Philippot y Paolo y Laura Mora «lime fresco painting» (pintura al fresco de cal), con el fin de diferenciarlo del fresco puro¹⁴⁵⁷. Marcucci indica que podía emplearse leche y agua de cal viva para retocar la pintura al fresco¹⁴⁵⁸.

Empleo de agua de cal como aglutinante en pintura mural

Asimismo, la cal fue muy empleada como pigmento en la pintura al fresco. Ya se ha hecho referencia al empleo de algunas fuentes de carbonato cálcico (mármol y blanco de cáscaras de huevo) en este ámbito. Como se ha indicado, en pintura mural es poco recomendable el empleo de blanco de plomo, debido a los procesos de degradación que experimentaba este pigmento. Solían, por tanto, emplearse otros materiales como el blanco de cal. Algunos autores que hacen

Empleo de cal como pigmento en pintura al fresco

¹⁴⁵³ NUNES, Felipe, *op. cit.*, p. 62r.

¹⁴⁵⁴ VASARI, Giorgio, (1986), *op. cit.*, cap. XXVI, pp. 72-73. VASARI, Giorgio, (1998), *op. cit.*, XXVI, pp. 121-122. Otros autores que se refieren a esta labor artística decorativa son Carducho, que indica la aplicación de estuque blanco tendido sobre cal negra en pared de ladrillo, piedra o yeso. V. CARDUCHO, Vicente, *op. cit.*, pp. 381 y 383 y los textos del autor del *Tratado de la pintura*, en SANZ, M. Merced, (1978), “Un tratado de pintura anónimo y manuscrito del siglo XVII”, *op. cit.*, p. 271).

¹⁴⁵⁵ RAMÍREZ DE ARELLANO, R., *op. cit.*, p. 40.

¹⁴⁵⁶ V. GUEVARA, Felipe de, *op. cit.*, p. 187.

¹⁴⁵⁷ MORA, P., MORA, L., PHILIPPOT, P.: *Conservation of wall paintings*, Londres, etc., Butterworths, 1984, p. 12.

¹⁴⁵⁸ MARCUCCI, Lorenzo, *op. cit.*, p. 193.

referencia a esta práctica no aluden generalmente al material de partida empleado en su elaboración. Cennini en su *Il libro dell' arte* (fines del s. XIV) y Borghini en *Il Riposo* (1584)¹⁴⁵⁹ se refieren al blanco de cal empleado en pintura mural como «bianco Sangiouanni» (blanco de San Juan). Ambos describen su proceso de elaboración prácticamente con las mismas palabras. Se empleaba cal apagada en agua durante un período de ocho días. Transcurrido este tiempo, se exponía el material al aire y dejaba secar en forma de panes, con lo que probablemente el pigmento hubiera carbonatado, al menos en parte. Estos tratadistas indican que, cuanto más tiempo transcurra, el producto será de mayor calidad. Así, a la par que se completaba el proceso de carbonatación en los panes, la bondad del material aumentaba¹⁴⁶⁰. Algunos investigadores señalan, sin embargo que, el hecho de que presentara aún cierto contenido en hidróxido cálcico hacía que este material envolviera de manera especial los pigmentos con los que se mezclaba, al producirse su carbonatación en contacto con los mismos¹⁴⁶¹.

Giovanni Battista Armenini también hace referencia al empleo de blanco de cal de Génova, Milán o Rávena en la pintura al fresco, que debía hervirse al fuego y purgarse. A continuación, se eliminaba el agua y enfriaba al aire, colocándola al sol sobre ladrillos cocidos. Como ya se ha indicado, según este autor, algunos preparaban esta cal con la mitad de mármol¹⁴⁶². También Roger de Piles en *Les premiers éléments de la peinture pratique*, (1684), se refiere al empleo de blanco de cal en pintura mural¹⁴⁶³. Este pigmento es similar al «bianco santo» descrito por Marcucci y que, como se recordará, se elaboraba a partir de mármol pulverizado. Este mismo autor explica el proceso de elaboración del blanco de cal («bianco di calce»), muy similar al blanco de San Juan. Según Marcucci, se tomaba cal viva y se

¹⁴⁵⁹ CENNINI, C., (1988), cap. LVIII, pp. 101-102. BORGHINI, R., *op. cit.*, libro segundo, vol. XIII, pp. 207-208.

¹⁴⁶⁰ La cal apagada Ca(OH), formada por la acción del agua sobre el óxido cálcico o cal viva (CaO), es inestable. Absorbe dióxido de carbono del aire dando lugar a la formación de carbonato cálcico (CaCO₃). Este es también el proceso de carbonatación que se da sobre el mortero de cal aplicado sobre el muro para pintar al fresco. Volviendo al pigmento denominado «bianco Sangiouanni», si el tiempo empleado en su secado es largo, se da también la carbonatación de las partículas situadas en las zonas internas del pan.

¹⁴⁶¹ DENNINGER, E.: "What is 'bianco di San Giovanni' of Cennino Cennini?", *Studies in Conservation*, 19, 1974, 185-187.

¹⁴⁶² ARMENINI, Giovan Battista (1988), *op. cit.*, cap. VII, pp. 127-128 y ARMENINI, Giovanni Battista, (2000), cap. VII, *op. cit.*, pp. 153-154.

¹⁴⁶³ PILES, Roger de, *op. cit.*, cap. XXXIV, p. 81.

apagaba en agua. A continuación se separaba la parte más fina por medio de un filtro y se dejaba secar para ser utilizado al fresco¹⁴⁶⁴.

En el *Hermeneia*, también denominado *Manuscrito del monte Athos*, de Dionysius di Fournia (c. 1730-1734) se hace referencia a la fabricación de este blanco de cal. El autor aporta diversas instrucciones para su obtención. Entre éstas, indica el empleo de cal triturada procedente de algún horno abandonado, que no presente gusto amargo ni áspero. Así, quizás el material constituyera una mezcla de óxido, hidróxido y carbonato de calcio. Otro modo de elaborarla consistía en emplear cal que ya hubiera sido utilizada en el muro para pintar, sumergiéndola en agua y cribándola. En este caso se trataría, en su mayor parte o totalidad, de carbonato cálcico¹⁴⁶⁵.

Dentro de la bibliografía española pueden encontrarse otras referencias relativas al empleo de cal en la pintura al fresco. Algunos de los pigmentos aludidos son muy similares al blanco de Cennini y Borghini. Las *Ordenanzas de pintores de Córdoba de 1493* aluden al empleo de cal como pigmento en pintura mural¹⁴⁶⁶. En el apartado dedicado al empleo de mármol como material artístico, ya se ha hecho referencia a las alusiones de Vicente Carducho, Antonio Palomino, Genaro Cantelli y J. Soler al empleo de estuque o blanco de cal y mármol como pigmento en la pintura al fresco. Francisco Pacheco, señala el empleo de

[...] linda cal, o de Portugal, o de Marchena, muy blanca y de mucho cuerpo, muerta en tinaja con agua dulce, donde ha de estar muchos días; y hecha en pellas se conserva muchos años,¹⁴⁶⁷

Si la cal apagada referida por este autor se empleara directamente, se produciría su carbonatación en la pared, en contacto con los pigmentos con los que se

¹⁴⁶⁴ MARCUCCI, Lorenzo, *op. cit.*, pp. 98-99. Otros autores hacen referencia a la cal como pigmento para el fresco. El autor anónimo de *Ricette per fare ogni sorte di colori*, también conocido como *Manuscrito de Padua* (s. XVI-XVII) se refiere a la elaboración de la cal para pintar al fresco. V. MERRIFIELD, M. P., *op. cit.*, vol. II, rec. 58, pp. 674-675. También Pierre Le Brun en su *Recueil des essais des merveilles de la peinture* (1635) hace referencia al empleo de la cal como pigmento blanco al fresco. MERRIFIELD, M. P., *op. cit.*, vol. II, p. 790.

¹⁴⁶⁵ Otra manera de fabricar el pigmento (narrada de manera especialmente enrevesada por el autor), consistía en emplear la cal con la que se trabaja, dejarla secar, calentarla al fuego y trabajar con ella. De estas indicaciones podría deducirse el empleo de carbonato cálcico quizás con algunas cantidades de hidróxido cálcico si el fuego no fuera excesivo y el material de partida fuera cal apagada, o de cal viva si el fuego fuera especialmente intenso. HETHERINGTON, P., *op. cit.*, p. 14.

¹⁴⁶⁶ RAMÍREZ DE ARELLANO, R., *op. cit.*, p. 40.

¹⁴⁶⁷ PACHECO, Francisco, *op. cit.*, libro tercero, cap. III, p. 465.

mezclara. Si se empleara en forma de pellas, dependiendo del tiempo y condiciones de secado, existiría una mayor o menor cantidad de partículas ya carbonatadas.

José García Hidalgo hace referencia al empleo de cal muerta en pintura mural al fresco¹⁴⁶⁸.

Antonio Palomino de Castro y Velasco, de forma muy similar a Francisco Pacheco, describe la elaboración de otro «blanco que se debe gastar al fresco»

[...] se elige de la cal viva en terrones, la más blanca: ésta se mete en un tinajón (que llaman baño en Castilla) regándola de cuando en cuando, hasta que toda se desfogue, y se desmorone; y entonces irla cebando de agua, y meneándola, hasta que toda esté bien bañada, y cubierta de agua sobrada, y dulce. Y con ésta se ha de hacer lo mismo, que dije del estuque [...] apurándole el agua todo lo que se pudiere, para que llegue a endulzarse cuanto antes: y hecho esto, se le vuelve a echar agua dulce en abundancia y batirla muy bien, repitiendo lo mismo todos los días, por espacio de cuatro meses, si pudiere ser; y por este inconveniente, aquellos, que suelen tener obras de esta calidad, conviene, que aun cuando no las hay, hagan esta prevención en cantidad, y en teniéndola bien curada la cal, y dulcificada, guardarla en pellas, o en alguna vasija grande, dejándola secar.¹⁴⁶⁹

A tenor de las indicaciones de este tratadista, este blanco podría tener la misma constitución que algunos de los descritos por Cennini, Borghini, Marcucci o Pacheco. Se trata de cal apagada que seca y por tanto, carbonata, aunque quizás parcialmente. Debe tenerse en cuenta, sin embargo, que el autor señala que no siempre se tiene la prevención de preparar este blanco con anterioridad a la ejecución de estas obras, con lo que, en algunos casos, podría emplearse directamente la cal apagada en los momentos previos a ser utilizada.

Antonio Palomino señala, seguidamente, que antes de dejar secar la cal debía cernerse. El material, que adquiere una consistencia lechosa, se deja reposar retirándose el agua, dejando que quede la imprescindible si va a utilizarse en esos momentos. Si no, se deja secar. Para utilizar el blanco en la paleta, empleado en

¹⁴⁶⁸ GARCÍA HIDALGO, José, *op. cit.*, p. 613.

¹⁴⁶⁹ PALOMINO DE CASTRO Y VELASCO, Antonio, *op. cit.*, tomo II, libro VI, cap. V, IV, p. 277. J. Soler describe la elaboración del blanco de cal de forma muy similar a la de Antonio Palomino. SOLER, J., *op. cit.*, pp. 117-119.

carnaciones, flores, ropajes, etc., se cuela nuevamente. Si se emplea el blanco en pellas, debe triturarse, añadirse agua y molerse¹⁴⁷⁰.

Asimismo y, para finalizar, en los textos y tratados artísticos se alude a la cal sin especificar su origen para ser utilizada con muy diversos fines, entre los que se encuentran el de adulterar el bermellón¹⁴⁷¹, elaborar azules a base de cobre¹⁴⁷² con glasto o índigo¹⁴⁷³ o con cal viva y Brasil y otros ingredientes¹⁴⁷⁴, lacas rojas¹⁴⁷⁵, hacer que el color del palo brasil se aproxime al púrpura¹⁴⁷⁶ y elaborar un verde de lilas¹⁴⁷⁷. También se emplea cal en la elaboración de un pigmento dorado para pintar vasijas de barro¹⁴⁷⁸, teñido de diversos objetos como seda o pieles y eliminar el pelo de éstas¹⁴⁷⁹, teñir de púrpura¹⁴⁸⁰, ¿de amarillo? con litargirio¹⁴⁸¹, o de rojo¹⁴⁸², eliminar lo escrito en un pergamino para reutilizarlo¹⁴⁸³, adhesivo para diversos objetos¹⁴⁸⁴, ingrediente en la conocida y ya mencionada cola de queso, para

*Empleo de cal
para diversos
fines*

¹⁴⁷⁰ PALOMINO DE CASTRO Y VELASCO, Antonio, *op. cit.*, tomo II, libro VI, cap. V, IV, pp. 277-278.

¹⁴⁷¹ MERRIFIELD, M. P., *op. cit.*, vol. II, 16, pp. 814-815.

¹⁴⁷² *Ibidem*, vol. II, rec. 315, pp. 612-613. BORGHINI, Raffaello, *op. cit.*, libro segundo, vol. XIII, p. 219. Numerosos textos recogen su empleo para elaborar azules de cobre mediante la adición de cal. A modo de ejemplo, v. THOMPSON, D. V.: "More medieval color-making: Tractatus de coloribus from Munich, Staatsbibliothek, Ms. Latin 444", *Isis*, XXIV, 1935-1936, 382-396, rec. 27, p. 390.

¹⁴⁷³ El texto se refiere, entre otros materiales, a la tierra de los peleteros, que pudiera ser cal viva o carbonato cálcico. THOMPSON, D. V. (1935), "Medieval color -making: Tractatus qualiter quilibet artificialis color fieri possit from Paris, B. N., MS. Latin 6749^b", *op. cit.*, rec. XIII, pp. 464-465.

¹⁴⁷⁴ BORRADAILE, V. & R., *op. cit.*, pp. 80-81.

¹⁴⁷⁵ PALOMINO DE CASTRO Y VELASCO, Antonio, *op. cit.*, vol. II, libro IX, cap. XVI, II, p. 525. MERRIFIELD, M. P., *op. cit.*, vol. II, rec. 98, pp. 694-695, rec. 20, pp. 808-809. V. también V. BLONDHEIM, D. S., *op. cit.*, cap. XLIV, p. 135.

¹⁴⁷⁶ BORRADAILE, V. & R., *op. cit.*, pp. 44-45. MERRIFIELD, M. P., *op. cit.*, vol. II, rec. 80, pp. 682-683.

¹⁴⁷⁷ MERRIFIELD, M. P., *op. cit.*, vol. II, rec. 86, pp. 684-685, rec. 112, 700-701.

¹⁴⁷⁸ *Ibidem*, vol. II, rec. B322, pp. 544-545.

¹⁴⁷⁹ *Ibidem*, vol. II, rec. 323, pp. 546-547, rec. 326, pp. 550-553, rec. 328 y 330, pp. 554-557, rec. 343, pp. 568-569.

¹⁴⁸⁰ CALEY, E. R., *op. cit.*, rec. 102, p. 993, rec. 129, p. 996.

¹⁴⁸¹ *Ibidem*, rec. 122, p. 996.

¹⁴⁸² MERRIFIELD, M. P., *op. cit.*, vol. II, 30, pp. 818-819.

¹⁴⁸³ *Ibidem*, rec. 354, pp. 574-575.

¹⁴⁸⁴ *Ibidem*, rec. 378, pp. 592-593.

transformar el blanco de huesos en negro de huesos¹⁴⁸⁵, moler la plata¹⁴⁸⁶, blanquear aceite o espesarlo con cal viva¹⁴⁸⁷, encolar vidrio¹⁴⁸⁸, blanquear perlas¹⁴⁸⁹ y adherir las teselas de los mosaicos¹⁴⁹⁰.

¹⁴⁸⁵ *Ibídem*, rec. 71, pp. 680-681.

¹⁴⁸⁶ PACHECO, Francisco, *op. cit.*, libro tercero, cap. III, p. 459.

¹⁴⁸⁷ TURQUET DE MAYERNE, Theodore, *op. cit.*, pp. 32, 142.

¹⁴⁸⁸ CANTELLI, Genaro, *op. cit.*, p. 185.

¹⁴⁸⁹ CALEY, E. R., *op. cit.*, rec. 61, p. 988.

¹⁴⁹⁰ Ya se ha hecho referencia a su empleo junto a otros tipos de carbonato cálcico en los tratados de Leon Battista Alberti y Armenini. Vicente Carducho indica que se empleaba a tal fin cal fresca con agua o cal mezclada con yeso. CARDUCHO, Vicente, *op. cit.*, p. 383. También el autor del *Tractado de la pintura* se refiere a esta utilización. V. SANZ, M. Merced, (1978), *op. cit.*, p. 271.

CAPÍTULO V

Estudio morfológico y analítico de las preparaciones blancas de la Escuela Española



*Enseña lo útil, lo verdadero y lo bello.
¡Lo bello!. Maestro: Que mis ojos
aprendan a ver y mi alma a sentir. Desentraña la
belleza de cuanto nos rodea y házmela gustar.*
Elisa M. Mosser.

V. Estudio morfológico y analítico de las preparaciones de yeso de la Escuela Española

Los capítulos precedentes se han referido al estudio de los materiales que más frecuentemente se emplean en la elaboración de los estratos magros de las preparaciones blancas de la pintura sobre tabla, así como a su tratamiento y proceso de aplicación para este y otros fines. Este capítulo se adentra ya, sin embargo, en el estudio de las preparaciones correspondientes a obra real. Primeramente, se revisan los resultados de las investigaciones llevadas a cabo en este campo por otros autores. A continuación, se aportan los resultados obtenidos por la autora de la tesis en el estudio de las preparaciones de la Escuela Española.

V. 1. Estudio morfológico y analítico de las preparaciones de yeso de acuerdo a las investigaciones desarrolladas hasta el momento

*Funciones del
yeso grueso*

Como ya se ha indicado en capítulos anteriores, la denominación «yeso grueso» se aplica a un material que ha sido sometido a calentamiento previo, se ha mezclado con cola, ha podido ser cribado, y ha sido extendido sobre la madera sobre la que previamente se ha aplicado cola y también pueden haberse adherido lienzos de lino, estopa, etc. Su empleo tenía como objetivo fundamental subsanar los defectos de la madera y alisar la superficie de la misma, además de constituir una base sólida sobre la que se aplicaban los subsiguientes estratos. La morfología y tamaño de sus partículas da lugar a la obtención de un material duro cuando se aglutina con cola animal.

*Funciones del
yeso mate*

A su vez, la denominación «yeso mate» se asigna a un tipo de yeso que, tras su cocción, es apagado en agua en condiciones especiales. Se trata de un material básicamente delicado y suave debido a la especial morfología de sus partículas. Cuando se aglutina con cola resulta útil, fundamentalmente, en el dorado al agua bruñido; las especiales características de sus partículas de yeso permiten que puedan comprimirse unas sobre otras, junto a las de los estratos de bol y el pan de oro que se sitúan encima, cuando la piedra de bruñir discurre sobre la superficie. Con ello se logra que la madera adquiera el rico aspecto de las superficies metálicas brillantes.

*Composición del
yeso grueso y el
yeso mate*

La composición química de los yesos grueso y mate es distinta, aunque a ambos se aplique el término «yeso». Como se recordará¹, la piedra de yeso natural, sulfato cálcico dihidrato ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), se somete a un proceso de calentamiento por el que deviene su transformación en yeso hemihidrato ($\text{CaSO}_4 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$) o, fundamentalmente, en sulfato cálcico anhidro, es decir, anhidrita, (CaSO_4), dependiendo de la temperatura de cocción. El producto resultante es el utilizado en la elaboración del «yeso grueso» utilizado para preparar las tablas. Este mismo producto derivado de la cocción pudo haber constituido en muchos casos, si no en la mayoría, el yeso tradicionalmente empleado en la construcción.

Si se añade agua al yeso sometido a calentamiento, hemihidrato o anhidro, puede experimentar un proceso de hidratación, denominado «apagado» o «matar el yeso», que consiste en la recuperación de las moléculas de agua perdidas sin que el yeso endurezca. De este modo se obtenía el «yeso mate», si bien además de la adición de agua han de darse ciertas condiciones especiales, como se ha explicado

¹ En los capítulos II y IV se describen ampliamente los procesos de transformación del yeso.

con anterioridad. Así, tanto el yeso natural de partida como el yeso mate presentan la misma composición química, aunque la morfología de las partículas en uno y otro caso es notoriamente distinta. El siguiente esquema, que ya ha sido aportado en el capítulo IV, representa de manera sencilla estos procesos:

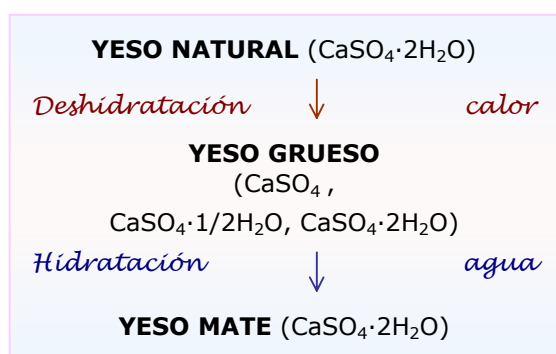


Fig. 1. Transformaciones del yeso. El calentamiento de la piedra de yeso natural da lugar a la obtención de yeso grueso. Cuando se añade agua a este yeso se apaga, pudiendo obtenerse de esta manera yeso mate.

El precoz, complejo y fecundo estudio llevado a cabo por R. J. Gettens y M. E. Mrose sobre los estratos de yeso de las preparaciones de diversas obras de la Escuela Italiana sobre todo, así como de algunas de la Escuela Española de los siglos XIV-XVI se basa, entre otros procedimientos, en la aplicación de la difracción de rayos X². Este método permite la identificación de los distintos yesos, que únicamente difieren en su grado de hidratación, con lo que puede determinarse la existencia de diferentes fases cristalinas. El estudio concluyó que las preparaciones de la Escuela Sienesa, de Umbría, Florencia, así como las observadas en algunas muestras correspondientes a obra española se componen de anhidrita y yeso y son, por tanto, en este sentido, similares.

Debe indicarse que los autores subrayan la ausencia de «gesso sottile» en las muestras, con lo que quizás el estudio, de acuerdo a estos resultados, se referiría únicamente al yeso grueso. Este dato, sin embargo, parece dudoso en algunas de las

² GETTENS, R. J. y MROSE, M. E.: "Calcium Sulphate Minerals in the Grounds of Italian Paintings", *Studies in Conservation*, volume I, 4, octubre 1954, 174-195. R. A. Bones se encarga de poner a punto y aplicar la técnica de difracción de rayos X a las muestras de pintura estudiadas por los autores anteriores. BONES, R. A.: "The analysis of calcium sulphate grounds by an X-ray diffraction process", *Studies in conservation*, volume I, 4, octubre 1954, 193-195.

muestras estudiadas. Quizás, la mezcla de yeso y anhidrita en éstas se deba al análisis conjunto, al menos en algunos casos, de los estratos de «gesso grosso» y «gesso sottile» de acuerdo a la terminología italiana o «yeso grueso» y «yeso mate» según la terminología castellana. Como se verá posteriormente, una gran parte de las obras realizadas sobre tabla, especialmente si corresponden a obra de estilo gótico o de transición al Renacimiento, presentan ambos estratos, con lo que parece dudoso que los autores no hayan encontrado ninguna preparación de este tipo.

Continuando con la investigación de R. J. Gettens y M. E. Mrose y, en relación al estudio morfológico efectuado sobre las partículas de anhidrita, los autores concluyeron que éstas no presentaban las características del mineral natural, con lo que se dedujo se trataba de un material sometido a tratamiento calórico.

Gettens y Mrose entienden que se utilizaba yeso natural cocido en hornos, donde el control de la temperatura era deficiente. Durante el proceso de calentamiento se elimina una gran parte del agua de cristalización y se transforma en hemihidrato y anhidrita. Según estos autores, el yeso natural no era pulverizado previamente, sino que se incluiría en los hornos en forma de terrones. Así, la parte externa de los mismos perdería una mayor cantidad de agua de cristalización que las partes internas, con lo que fundamentalmente se transformaría en anhidrita³.

Con respecto a la detección de yeso mezclado con anhidrita en las muestras estudiadas, los autores creen que su presencia puede ser debida a que, con el tiempo, pudo rehidratarse el material constituyente del yeso grueso a pesar de que como aglutinante se empleara cola animal, sustancia que retrasa el fraguado del yeso. Sin embargo, ya se ha indicado que quizás algunos de los análisis que estos autores llevaron a cabo se efectuaran sobre la mezcla de los materiales constituyentes de los estratos de yeso grueso y mate, con lo que el yeso dihidrato detectado podría corresponder al yeso mate y no derivar exclusivamente de una rehidratación progresiva del yeso grueso en la obra.

R. J. Gettens y M. E. Mrose indican, además, en su estudio, que las preparaciones venecianas estarían compuestas íntegramente de sulfato cálcico dihidratado⁴. Como ya se ha señalado en el capítulo IV, Cennino Cennini indicaba en su tratado que en la preparación de las tablas podía prescindirse del yeso grueso, con

³ GETTENS, R. J. y MROSE, M. E., *op. cit.*, p. 185. Por otra parte, debe indicarse que, en el capítulo dedicado a la elaboración de los yesos grueso y mate, se describe el sistema de cocción del yeso en hornos rudimentarios en los que el yeso se incluye en forma de piedra.

⁴ *Ibidem*, p. 183.

lo que pueden darse casos en los que las preparaciones presenten únicamente yeso mate.

Frente a los datos aportados por los investigadores anteriores relativos a la abundante presencia de anhidrita en los estratos de yeso grueso, tradicionalmente había existido la creencia de que éstos estaban constituidos por yeso de París, que ciertos textos definen como hemihidrato. A. H. Church en su obra *The chemistry of paints and painting* afirma, de acuerdo a esta hipótesis, que las preparaciones de las pinturas sobre tabla se componían de carbonato cálcico o de yeso de París y cola⁵.

El célebre estudioso e investigador en el campo del arte Daniel V. Thompson continúa en esta línea en la traducción y comentario de *Il libro dell'arte*, de Cennino Cennini⁶. Así, con respecto a la elaboración del yeso mate, Thompson señala que se parte del yeso grueso o yeso de París y se añade agua. Este autor indica, asimismo, que en pinturas que no iban a ser doradas se suprimían estos últimos estratos y se aplicaba el yeso en su estado natural. Como se verá posteriormente, no se han hallado preparaciones en las que aparezca el yeso en estado natural. Cuando se ha prescindido de la aplicación de los estratos de yeso mate, únicamente se han dado los de yeso grueso, es decir, yeso sometido a calentamiento⁷.

También R. J. Gettens hizo referencia a la existencia de yeso de París en la preparación de una pintura italiana sobre tabla (*Madonna entronizada con santos y ángeles*), atribuida a Girolamo de Benvenuto. Sus estudios se basan en la aplicación de la microscopía óptica al examen de muestras de pintura. En este trabajo, Gettens indica que la preparación se estructura en las capas de yeso fino y grueso en base a la aplicación de numerosos estratos de este material, mezclado con cola. Los estratos correspondientes al yeso grueso mostrarían un tono más oscuro y un aspecto menos refinado⁸.

W. G. Constable comparte las opiniones de los anteriores autores e indica que las capas de yeso grueso consistían en una mezcla de yeso de París (sulfato cálcico

⁵ CHURCH, A. H.: *The Chemistry of Paints and Painting*, Londres, 3ª ed., Seeley and Co. Limited, 1901, p. 30.

⁶ CENNINI, C.: *The Craftsman's Handbook . The Italian "Il Libro dell'Arte"*, (trad. por Daniel V. Thompson, 1ª ed. 1933), Nueva York, Dover, 1960, p. 70.

⁷ THOMPSON, D. V.: *The Materials and Techniques of Medieval Painting*, Nueva York, Dover, 1956, pp. 34-36.

⁸ GETTENS, R. J.: "Microscopic examination of Specimens from an Italian Painting", *Technical Studies in the Field of the Fine Art*, III, enero 1935, 165-173, pp. 165, 172.

preparado mediante el calentamiento del yeso) mezclado con cola obtenida a partir de retazos de pergamino. El yeso mate se prepararía mezclando este yeso de París con una gran cantidad de agua⁹.

Estos últimos testimonios relativos al empleo de yeso hemihidrato en las preparaciones pueden responder a la interpretación de las indicaciones de algunos tratados en los que, como se ha indicado en repetidas ocasiones, se señalaba que, para elaborar el yeso grueso, éste debía calentarse; a su vez, para la elaboración del mate se partía de un material sometido a calentamiento (quizás yeso grueso) y se apagaba en agua. Con referencia a este último punto, si el yeso se ha de rehidratar para elaborar el mate, quizás sería más coherente utilizar un hemihidrato en lugar de anhidrita, ya que ésta se rehidrata más lentamente, como ya se ha indicado. Sin embargo, como se explicará en los siguientes párrafos, frente a estas tesis, los análisis son concluyentes respecto al empleo mayoritario de anhidrita.

Otros autores, como P. Hendy y A. S. Lucas indican que el yeso grueso está constituido por una mezcla de sulfato de calcio anhidro y hemihidratado. El yeso mate estaría integrado por sulfato cálcico dihidratado y yeso de París amorfo¹⁰.

D. Bomford, J. Dunkerton, D. Gordon, A. Roy y J. Kirby describen el yeso grueso como una mezcla de anhidrita y cola. La anhidrita se habría obtenido calentando el yeso en hornos. El yeso mate se elaboraría a partir del yeso grueso o yeso natural quemado y apagado en agua¹¹.

El estudio efectuado por E. Martin, A. Sonoda y A. R. Duval sobre las preparaciones blancas de tablas italianas continúa en la línea de la investigación desarrollada por Gettens y Mrose. En este caso las técnicas analíticas utilizadas han sido microscopía electrónica de transmisión (MEB) y difracción de rayos X¹².

En general, el artículo concluye que existen dos tipos de preparaciones. Un gran grupo de éstas se estructura mediante la superposición de los estratos de yeso grueso y mate. El yeso grueso se compone de sulfato cálcico, fundamentalmente

⁹ CONSTABLE, W. G.: *The Painter's Workshop*, Londres, Oxford University Press, 1954, pp. 69-70.

¹⁰ HENDY, P. y LUCAS, A. S.: "Les préparations des peintures", *Museum*, vol. XXI, (4), 245-276, p. 249.

¹¹ BOMFORD, D., y otros: *La Pintura Italiana hasta 1400*, (trad. de Ramón Ibero), Barcelona, Ediciones del Serbal, 1ª ed., 1995.

¹² MARTIN, E., SONODA, A. y DUVAL, A. R.: "Contribution a L'Etude des Preparations Blanches des Tableaux Italiens sur Bois", *Studies in Conservation*, 37, 1992, 82-92.

anhidrita con algo de yeso. En ciertas muestras la proporción de yeso iguala a la de la anhidrita. En otras, existe únicamente anhidrita en el estrato o también puede componerse de hemihidrato y anhidrita. En algunos ejemplos se ha detectado un estrato de carbonato cálcico bajo el estrato de yeso mate. Respecto a este último, cabe indicar que suele estar constituido únicamente por yeso, aunque en ocasiones también se han detectado pequeñas cantidades de anhidrita. En casos puntuales el estrato superior de yeso se compone únicamente de hemihidrato.

El yeso grueso suele componerse fundamentalmente de anhidrita y el yeso mate de dihidrato

La otra clase de preparación es una preparación simple que se compone, bien de anhidrita, bien de yeso¹³.

Además de los resultados de las investigaciones expuestos en párrafos anteriores, los estudios puntuales llevados a cabo sobre diversas obras suelen confirmar la presencia mayoritaria de anhidrita en los estratos de yeso grueso y de yeso en los de mate. La preparación de un retablo ejecutado por Nardo di Cione en el siglo XIV está constituida por yeso y anhidrita¹⁴. Varias tablas encargadas en el siglo XV por el Duque de Urbino y ejecutadas probablemente por Juste de Gand y Pedro Berruguete presentan preparaciones constituidas únicamente por yeso. Sobre éstas se aplican imprimaciones ligeramente pardas¹⁵. Varias obras de Dosso Dossi, activo en Ferrara de 1514 hasta su muerte en 1542 presentan preparaciones constituidas por sulfato de calcio. En una de ellas se detectó la presencia de yeso y anhidrita, aunque los autores no concluyen sobre si la preparación era doble (constituida por yeso grueso y mate). Todas las pinturas presentaban una imprimación grisácea, constituida por blanco de plomo, negro de carbón, tierras y cargas¹⁶.

¹³ *Ibidem*.

¹⁴ GORDON, D. y otros: "Nardo di Cione's 'Altarpiece: Three Saints'", *National Gallery technical bulletin*, 9, 1985, 21-37. V., especialmente, las pp. 26-27.

¹⁵ MARTIN, E.: "Les hommes illustres du studiolo d'Urbino (Louvre). Etude de la technique picturale", *ICOM committee for conservation, 10th triennial meeting*, Washinton DC, Estados Unidos, 22-27 de agosto de 1993, 82-88.

¹⁶ BERRIE, B. H. y FISHER, S. L.: "A technical investigation of the materials and methods of Dosso Dossi", *ICOM committee for conservation*, 1993, 70-74.

V. 2. Estudio morfológico y analítico de las preparaciones a base de yeso de la Escuela Española

Son escasas las investigaciones que existen en relación con las preparaciones blancas de la pintura sobre tabla. Dentro de estos estudios, la mayoría de las obras sometidas a examen corresponden a la Escuela Italiana, como se ha indicado previamente¹⁷. Las preparaciones blancas de la pintura sobre tabla de la Escuela Española constituidas generalmente por sulfato cálcico (con sus diferentes grados de hidratación) son relativamente desconocidas en muchos aspectos, circunstancia que la investigación desarrollada a lo largo de este capítulo pretende paliar en cierta medida¹⁸.

Se ha procedido, para ello, al estudio de la preparación de diversas obras correspondientes a obra española de los siglos XV-XVII. El hecho de que la investigación se haya circunscrito a este período se debe a que éste constituye el más importante o prolífico en el empleo de preparaciones blancas en pintura sobre tabla. A esta circunstancia se añade que el estudio se ha visto condicionado por la escasa disponibilidad para su estudio de obra de otros períodos.

Las técnicas analíticas utilizadas en esta investigación han sido microscopía óptica (MO), microscopía electrónica de barrido (MEB-DEX) y espectroscopía infrarroja por transformada de Fourier (FTIR).

El número de estratos de las preparaciones así como la morfología y tamaño de las partículas integrantes de las mismas ha sido estudiado, primeramente, a partir del análisis estratigráfico de las muestras mediante microscopía óptica (MO). A continuación se ha empleado la microscopía electrónica de barrido (MEB), con electrones retrodispersados y secundarios, que aporta un conocimiento más

¹⁷ GETTENS, R. J. y MROSE, M. E. *op. cit.*, pp. 174-195, HENDY, P. y LUCAS, A. S., *op. cit.*, pp. 245-257, BOMFORD, D. y otros, *op. cit.*, MARTIN, E., SONODA, A. y DUVAL, A.R., *op. cit.*, pp. 82-92, FEDERSPIEL, B.: "Questions about medieval gesso grounds", *Historical painting techniques. Preprints of a Symposium University of Leiden*, Países Bajos, 26-29 junio 1995, 58-64.

¹⁸ Ciertamente existen escasos estudios llevados a cabo sobre las preparaciones blancas de la pintura española. Entre éstos se encuentran: GONZÁLEZ LÓPEZ, M. J.: *Estudio de las preparaciones de pintura sobre soportes de tela y tabla: caracterización de sus principales componentes, comportamiento y factores de deterioro*, Sevilla, Universidad, 1993, tesis presentada el 16 de julio de 1992, director Francisco Arquillo Torres, presidente Francisco Maireles Vela y RODRÍGUEZ SIMÓN, Luis Rodrigo: *Examen técnico-científico de las pinturas de Alonso Cano y de las de sus principales continuadores en el Museo de Bellas Artes de Granada*, tesis doctoral dirigida por Domingo Sánchez-Mesa Martín y Carmen Garrido Pérez, Granada, 1998.

exhaustivo de todos estos aspectos e incluye además datos sobre la densidad electrónica de las partículas.

La observación de las muestras por MO se ha realizado en un microscopio petrográfico marca JENAPOL. El estudio por MEB se ha llevado a cabo en un microscopio electrónico de barrido, marca JEOL, modelo JSM 6400, con un potencial de aceleración variable de 0,2 a 40 kV y una tensión de aceleración de 20KV. Tiene una resolución de 35 Å a una distancia de trabajo de 8 mm y 35 KV.

Este microscopio lleva incorporado un espectrómetro de dispersión de energía de rayos X (DEX), marca LINK, modelo eXL, con detector de Si (Li) y con resolución de 138 eV a 5,39 KeV, que ha permitido determinar la composición mineralógica.

Para llevar a cabo el estudio por MEB-DEX la muestra tiene que ser conductora, para lo cual se ha procedido a la evaporación de carbono en vacío. En este proceso se ha utilizado un evaporador, marca BALZERS, modelo MED 010, con una intensidad de corriente de 8A a la presión de $1 \cdot 10^{-5}$ Pa, aplicando un tiempo de evaporación hasta conseguir 10nm de espesor. En algún caso la muestra se ha metalizado. Esta operación se ha efectuado en un metalizador marca BALZERS, modelo SCD 004 con una intensidad de corriente de 20mA y una presión de 0,1PA, siendo el tiempo de metalización de 150 a 200 segundos.

Se han realizado numerosos análisis de zona así como análisis sobre partículas concretas. Los elementos detectados en los análisis de zona han sido cuantificados con la finalidad de determinar la pureza del yeso. Asimismo, los análisis puntuales han permitido establecer la naturaleza de los minerales asociados al yeso.

El análisis por espectroscopía FTIR se ha llevado a cabo con un equipo *Spectrum One Perkin Elmer*, mediante análisis superficial usando la técnica VATR (Universal Attenuated Total Reflectance). Los análisis se han llevado a cabo dentro del intervalo de 4000 a 550cm^{-1} y fueron realizados directamente sobre las muestras (sin incluir en resina) y, más específicamente, sobre la primera capa de preparación, que en la mayor parte de los casos era la correspondiente al yeso grueso.

V. 2.1. Estudio por MO, MEB-DEX. Resultados. Interpretación y discusión

El examen, tanto por microscopía óptica como por microscopía electrónica de barrido, ha revelado la existencia de dos tipos de preparaciones: Las integradas únicamente por yeso grueso y las constituidas por estratos de yeso grueso y mate.

El estudio ha puesto de manifiesto la existencia de preparaciones constituidas por yeso grueso y mate y preparaciones integradas únicamente por yeso grueso

Las figuras 2 y 3 corresponden a *San Juan Evangelista* (anónimo, siglo XVII), obra perteneciente a la parroquia de San Antonio en Morañuela (Ávila). Esta tabla, de escasa calidad artística, presenta una preparación que puede incluirse dentro del primer grupo, ya que está constituida únicamente por yeso grueso (ref. JE3). La tabla de la que se ha tomado la muestra no está dorada. Tanto esta última circunstancia como la deficiente calidad de la obra e incluso la época de ejecución pueden haber influido en la aplicación de la preparación tan burda que puede observarse en las imágenes que aporta la MEB. Debe indicarse, sin embargo, que las razones apuntadas no son determinantes en la aplicación de preparaciones similares.

Así, pueden observarse algunas preparaciones no especialmente cuidadas en obras de cierta calidad. La *Piedad*, atribuida a Luis de Morales (propiedad particular¹⁹) y correspondiente, probablemente, al siglo XVI, presenta una preparación constituida por yeso grueso únicamente (figs. 4-5). En este caso, el yeso ha sido aplicado en tres capas (ref. MORALES M1). Como se podrá apreciar a lo largo de este capítulo, en algunas ocasiones es factible discernir varias capas dentro de los estratos de yeso grueso y mate. De las capas apreciables en la muestra de Morales, la inferior, más cercana al soporte, es la más basta. Se supone, por tanto, el empleo de un yeso menos cribado en la capa de preparación más alejada de la pintura (v. fig. 5). A pesar de que se trata de una preparación carente del estrato de yeso mate puede observarse, con respecto a la preparación de San Juan Evangelista, que los estratos se han pulido mucho más delicadamente (el estrato superior de la preparación termina en una línea recta, prácticamente). Asimismo, una muestra (SU1) correspondiente a *Santa Úrsula*, obra pintada con cierta delicadeza (anónimo, s. XVI) y perteneciente a un retablo de la ermita de Nuestra Señora de la Consolación (Calatayud), presenta una preparación constituida únicamente por yeso grueso (figs. 6-7). En ella, el estrato inferior es más basto, como en el caso anterior, aunque también el pulido de la superficie del yeso se ha llevado a cabo con mayor corrección que en el caso de la muestra JE3.

¹⁹ Deseo expresar mi agradecimiento a don Rafael Fernández de Bobadilla, actual propietario de *La Piedad*, y a doña Julia Rueda Barrabino, que ha estudiado la obra, por su amabilidad y generosidad a la hora de facilitar información sobre la misma.

Podría relacionarse la ausencia del estrato de yeso mate con el hecho de que las tablas no hayan sido doradas. Como se recordará por haberlo mencionado en diversas ocasiones, el yeso mate resulta especialmente útil en el caso de la puesta en práctica de un dorado al agua bruñido, ya que la característica morfología de sus partículas hace de él un material especialmente suave y elástico cuando la piedra de bruñir presiona y comprime los estratos de oro, bol y el mismo yeso mate. Sin embargo, como se irá comprobando en el desarrollo de este capítulo, existen tablas no doradas que presentan estratos de yeso mate. Este hecho puede deberse, como se ha indicado ya, al mantenimiento de la tradición de la preparación de los soportes. Durante el Gótico, no sólo molduras, sino también fondos de tablas se doran al agua y bruñen. Aunque numerosas tablas durante el Renacimiento ya no se doren mediante este método, puede aplicarse el yeso mate simplemente como una prolongación de la tradición de la preparación de las tablas. Por otra parte, este estrato también puede aplicarse simplemente con el fin de mejorar la calidad de la superficie empleando un material más suave y blanco, aunque ya no sea tan necesario o útil como en el caso del dorado al agua bruñido.

En algunos casos puede relacionarse la ausencia del estrato de yeso mate con el hecho de que las tablas no hayan sido doradas



Fig. 2. *San Juan Evangelista* (anónimo, s. XVII), retablo de la iglesia de San Antonio en Morañuela (Ávila).

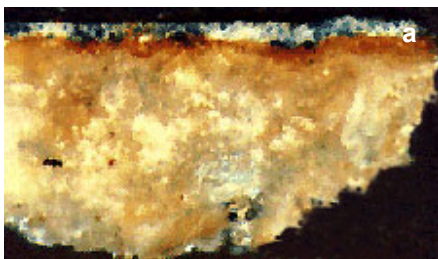


Fig. 3. Muestra tomada de *San Juan Evangelista* (anónimo, s. XVII), retablo de la iglesia de San Antonio en Morañuela (Ávila).

a) Imagen general de MO. Luz incidente.

b) Imagen general por MEB (electrones retrodispersados). Barra: 100 μm .

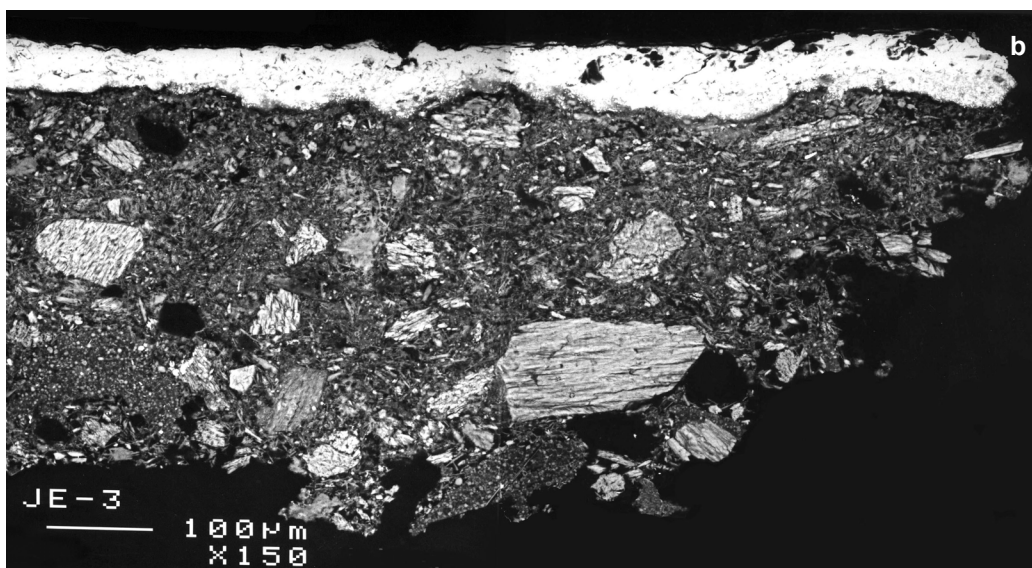




Fig. 4. La *Piedad*, s. XVI, atribuida a Luis de Morales.

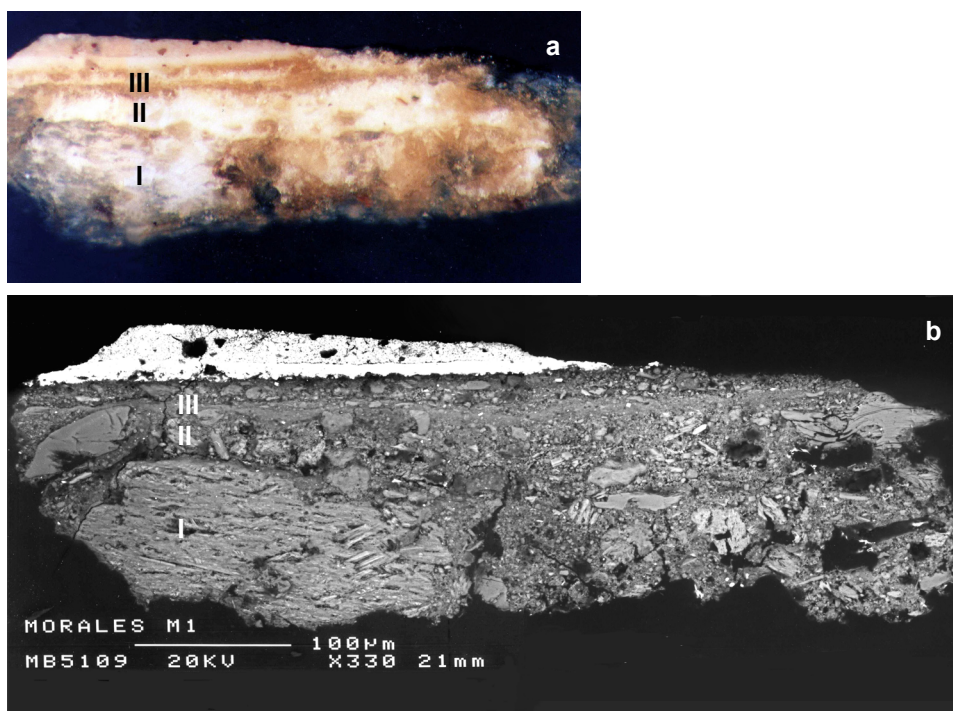


Fig. 5. Muestra (ref. MORALES M1) tomada de la *Piedad*, atribuida a Luis de Morales.

a) Imagen general tomada por MO. Luz incidente.

b) Imagen general tomada por MEB (electrones retrodispersados). Barra: 100µm. En ambas imágenes pueden observarse al menos tres estratos en la preparación.

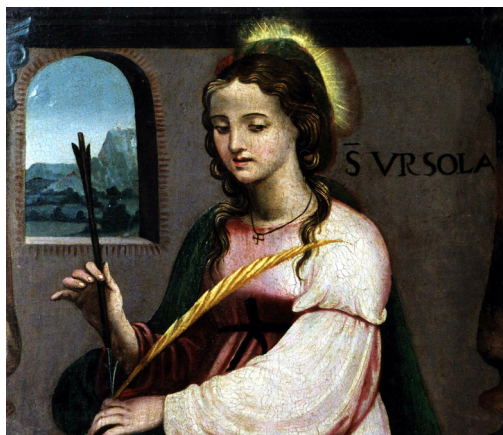


Fig. 6. Imagen correspondiente a *Santa Úrsula* (detalle), perteneciente a un retablo de la ermita de Nuestra Señora de la Consolación (Calatayud).

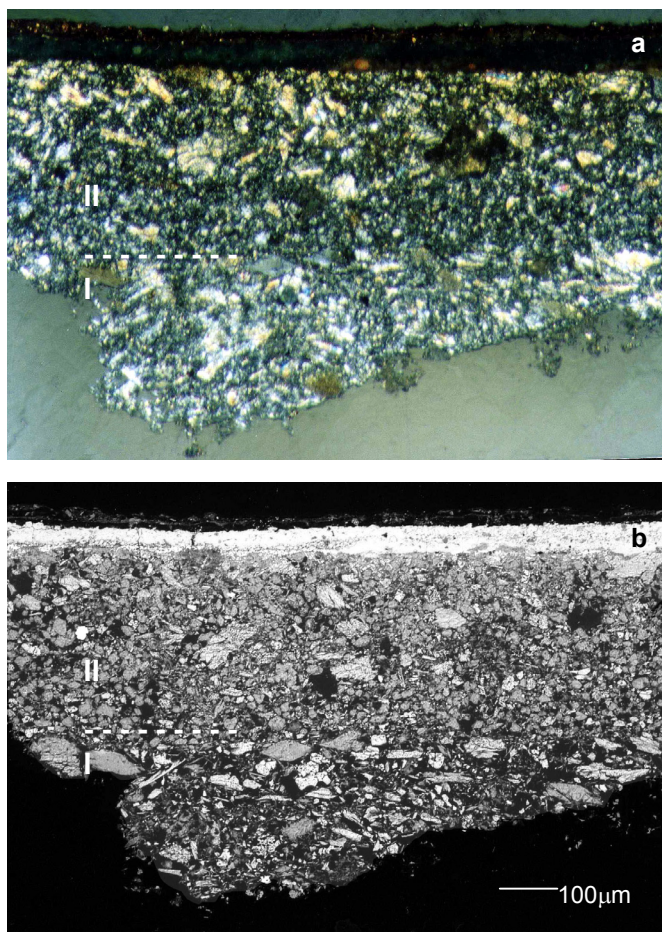


Fig. 7. Muestra SU1 en capa fina correspondiente a *Santa Úrsula*, perteneciente a un retablo de la ermita de Nuestra Señora de la Consolación (Calatayud).

a) Imagen general tomada por MO. Luz incidente.

b) Imagen general tomada por MEB (electrones retrodispersados). Barra: 100 μm. En ambas imágenes pueden observarse al menos dos estratos en la preparación, constituida por yeso grueso.

Las figuras 8-11 corresponden al estudio estratigráfico por MO y MEB (electrones retrodispersados) de diversas muestras pertenecientes al segundo tipo de preparaciones, es decir, aquellas que están constituidas por yeso grueso y yeso mate. Todas ellas están tomadas de obras del siglo XVI.

La figura 9 corresponde a una muestra (ref. RET2) tomada de un retablo de gran calidad artística perteneciente a la iglesia parroquial de San Juan Bautista de Blacha (Ávila). Presenta una preparación de gran grosor ($>470\mu\text{m}$). Comparativamente, la preparación de la muestra (ref. MM-2) tomada de la obra *María Magdalena* (anónimo), de la iglesia de San Bartolomé del pueblo de Tartanedo (Guadalajara), presenta un espesor mucho más fino, de aproximadamente $320\mu\text{m}$ (fig. 11).

En el primer caso, la muestra corresponde a una moldura dorada de la arquitectura del retablo, mientras que en el segundo constituye simplemente la preparación de la obra mencionada, que no ha sido dorada. Resulta especialmente llamativa la desigualdad de espesores entre los estratos de yeso mate de las dos obras. En el caso de la muestra de la moldura de retablo (RET2) es de aproximadamente $270\mu\text{m}$, mientras que la muestra de la tabla (ref. MM2) es de alrededor de $100\mu\text{m}$. Esta diferencia podría tener relación con las distintas funciones que desempeñan ambas preparaciones. Así, en la moldura dorada el espesor del yeso mate favorece el dorado al agua bruñido. En la imagen de microscopía óptica de esta muestra pueden apreciarse entre cuatro y cinco capas de yeso mate. Igualmente, llama la atención el perfecto pulido de la superficie de yeso, que constituye prácticamente una línea recta en la imagen.

Otra muestra tomada de una de las tablas del retablo de Ávila mencionado (ref. S1) tiene, sin embargo, un espesor similar al observado en la correspondiente a la moldura del retablo. Debe indicarse, no obstante, que la tabla central del retablo presenta un fondo dorado, aunque el retablo se ubique temporalmente en el siglo XVI. Previendo quizás esta circunstancia pudo aplicarse una cuidada preparación a todo él. Los ejemplos anteriores constituyen una pequeña muestra que avala, en cierta medida, el hecho de que la práctica del dorado al agua bruñido puede implicar (aunque no sea determinante) el empleo de preparaciones más gruesas o cuidadas, especialmente en lo que se refiere al estrato de yeso mate.



Fig. 8. Retablo de la iglesia parroquial de San Juan Bautista de Blacha (Ávila). Puede apreciarse el fondo dorado de la tabla central, correspondiente a San Lorenzo.

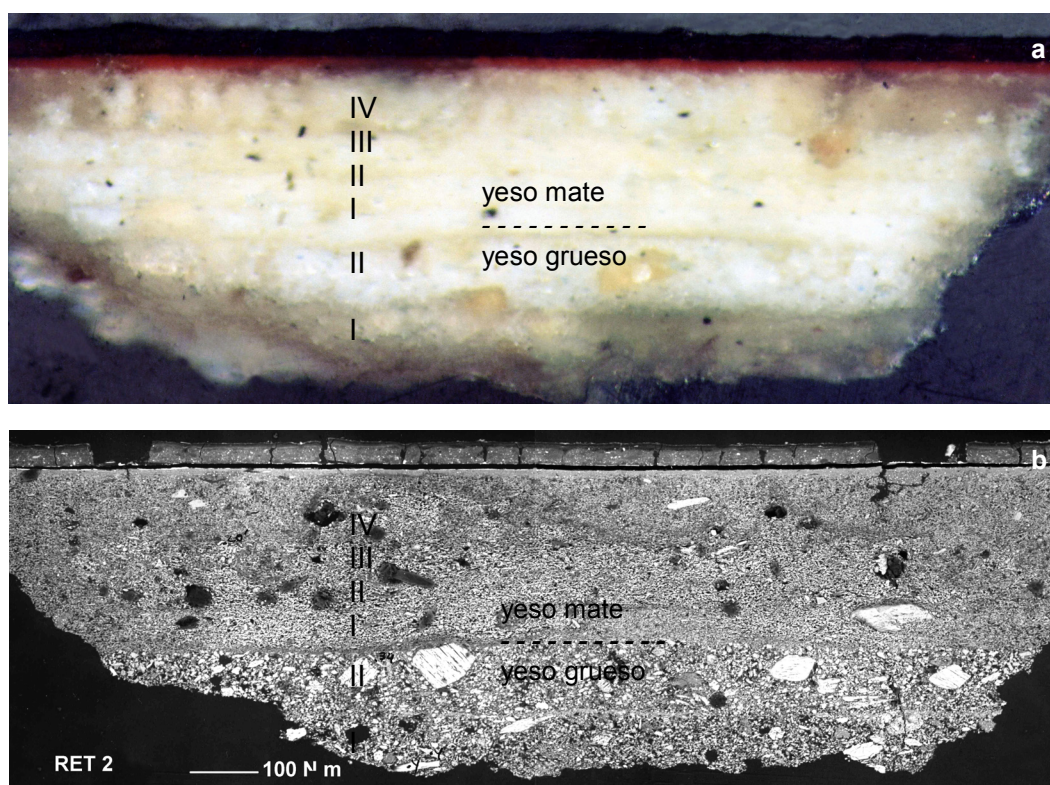


Fig. 9. Muestra tomada de un retablo de la iglesia parroquial de San Juan Bautista de Blacha (Ávila). Ref.: RET2.

a) Imagen general tomada con MO. Luz incidente. Se observan entre 4 y 5 estratos de yeso mate (I, II, III, IV) y al menos dos (I, II) de yeso grueso.

b) Imagen general tomada por MEB (electrones retrodispersados). Barra: 100μm. En el estrato de yeso grueso se observan dos capas. Puede apreciarse el notable espesor del estrato de yeso mate, en el que se distinguen al menos tres capas.



Fig. 10. *María Magdalena* (detalle), perteneciente al retablo de la iglesia de San Bartolomé de Tartanedo (Guadalajara).

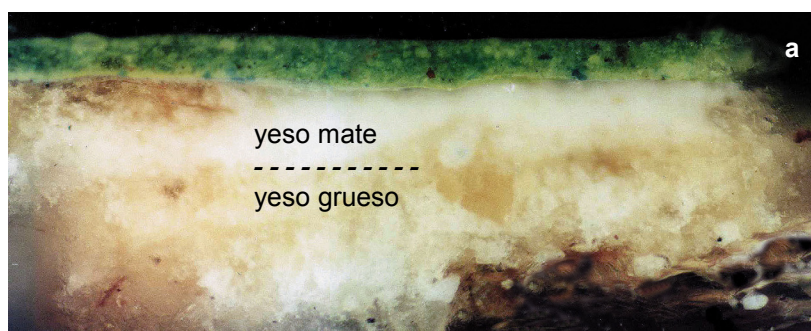


Fig. 11. Muestra tomada de *María Magdalena*, correspondiente al retablo de la iglesia de San Bartolomé de Tartanedo (Guadalajara). Ref.: MM2.

a) Imagen general en MO. Luz incidente.

b) Imagen por MEB (electrones retrodispersados). Barra: 100 μm . El estrato de yeso mate es delgado.

Los datos que en la tabla siguiente (tabla 1) se aportan sobre las obras estudiadas son relativamente concluyentes respecto a los parámetros que determinan el grosor de los estratos de yeso grueso y mate. En ella se aportan datos relacionados con la época de ejecución de la obra, su origen geográfico y las características de la preparación. En relación a este último punto, se especifica la existencia de yeso grueso (YG) y yeso mate (YM) o un único estrato de yeso grueso o yeso mate; además, se precisan sus correspondientes espesores. En todos los casos se indica la referencia asignada a cada muestra.

Tabla I. Relación de las obras estudiadas (pintura sobre tabla)

<i>Escuela/Fecha</i>	<i>Obra/Autor/Referencia</i>	<i>Espesor (μm)</i>
Ávila / s. XVI	<i>San Pedro</i> , iglesia de San Lorenzo (Pasarilla del Rebollar) Anónimo SP2	YG > 270
	<i>Santa Lucía</i> , iglesia de San Lorenzo (Pasarilla del Rebollar) ¿fines s. XV, comienzos XVI? Anónimo SL1	YG > 340 YM 200
	<i>Jesús apareciéndose a santo Tomás</i> , iglesia de San Pedro Apóstol (Mingorría) Anónimo JST5	YG > 195 YM 375
	<i>Adoración de los Magos</i> , iglesia de San Pedro Apóstol (Mingorría) Anónimo AM5	YG > 420 YM 130-190
	<i>Nacimiento de la Virgen</i> , iglesia de San Pedro Apóstol (Mingorría) Anónimo NV7	YG > 355 YM 75-150
	<i>Nacimiento de la Virgen</i> (marco original dorado), iglesia de San Pedro Apóstol (Mingorría) Anónimo NV8	YG > 245 YM 190-210
	<i>Nacimiento de Jesús</i> , iglesia de San Pedro Apóstol (Mingorría). Anónimo NJ2	YM < 180
	<i>Jesús y María</i> , iglesia de San Pedro Apóstol (Mingorría). Anónimo JM2	YM 75-130
	Molduras de un retablo de la iglesia parroquial de San Juan Bautista en Blacha (Ávila). Anónimo RET2	YG > 200 YM 270
	Retablo de la iglesia parroquial de San Juan	YG > 480

	Bautista en Blacha (Ávila). Anónimo S1	YM 300
S XVII	<i>San Juan Evangelista</i> , iglesia de Santa María de las Nieves (Morañuela) Anónimo JE3	YG > 420
Cuenca / s. XVI	<i>La presentación en el templo</i> , Museo Diocesano Martín Gómez el Viejo PT7	YG 700-800 YM 680
	<i>San Mateo y San Lorenzo</i> , Catedral de Cuenca Martín Gómez el Viejo ML12	YG 990 YM 265
Burgos / s. XVI	<i>Jesús ante Pilatos</i> , iglesia de San Pedro ad Vincula (Burgos) JAP3	YG > 175 YM 155
	<i>Nacimiento</i> , iglesia de san Pedro ad Vincula (Burgos) N5	YG > 145 YM 50
Salamanca / s. XV	<i>Resurrección de Cristo</i> , iglesia de San Pedro (Calvarrasa de Abajo) Anónimo CAL8	YG > 140 YM 240-280
Guadalajara / s. XV	Arquitectura de un retablo de la iglesia de Motos (Guadalajara) MOT1	YG > 100 YM 400
S. XVI	<i>María Magdalena</i> , iglesia de San Bartolomé (Tartanedo) MM2	YG > 210 YM < 110
Zaragoza / s. XVI	<i>Santa Úrsula</i> , ermita de Nuestra Señora de la Consolación (Calatayud) SU1	YG > 450
Particular / s. XVII	<i>Piedad</i> , copia de Luis de Morales MORALES M1	YG > 180

* YG=Yeso grueso. YM=Yeso mate

Continuando con la idea expresada anteriormente, puede destacarse que la preparación del marco dorado al agua y bruñido del *Nacimiento de la Virgen* (NV8) (anónimo, s. XVI), aunque no es muy gruesa, presenta un estrato de yeso mate de mayor espesor que el de la muestra correspondiente a la tabla que enmarca (NV7).

Asimismo, puede observarse un estrato de yeso mate de gran espesor en una muestra (MOT1) tomada de la arquitectura de un pequeño retablo que data, probablemente, finales del siglo XV o comienzos del XVI, de gran calidad y

perteneciente a la iglesia parroquial de Motos (Guadalajara). Del yeso grueso únicamente se aprecian restos de la parte superior, ya que no se ha extraído todo el estrato.

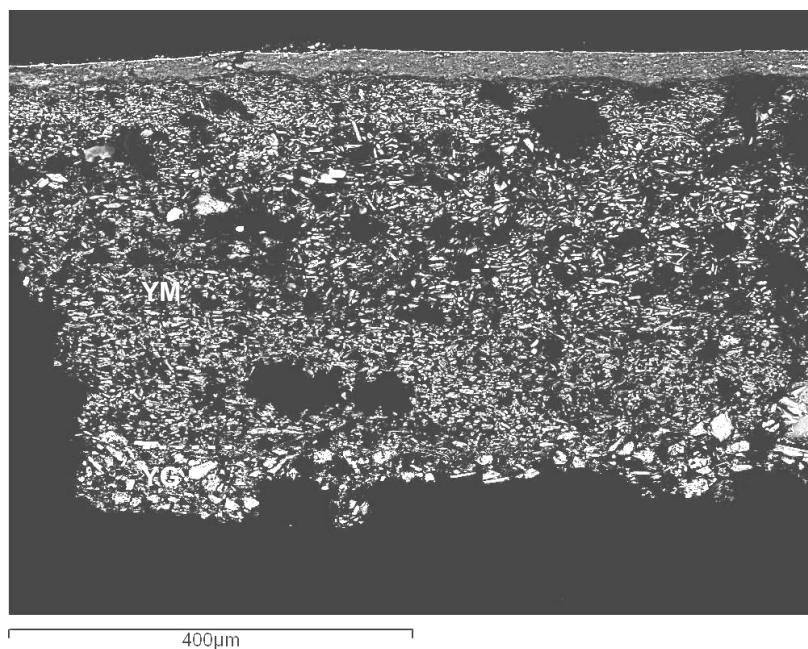


Fig. 12. Muestra tomada de un retablo de la iglesia parroquial de Motos (Guadalajara). Ref.: MOT1.

Imagen por MEB (electrones retrodispersados) de MOT1. Barra: 400 μ m. Obsérvese el gran espesor del estrato de yeso mate.

Debe advertirse, con referencia al yeso grueso, que únicamente puede afirmarse conserva todo el estrato la muestra PT7, correspondiente a la *Presentación en el templo* (Martín Gómez el Viejo, s. XVI), ya que se aprecian incluso restos de estopa bajo el mismo. Esta obra, de grandes dimensiones, presenta una preparación de grosor excepcionalmente elevado, tanto de su estrato de yeso grueso como del de yeso mate. Lo mismo ocurre con *San Mateo y San Lorenzo* (Martín Gómez el Viejo, s. XVI), también de gran tamaño y calidad (ML12).

La aparente ausencia del estrato de yeso grueso en algunas muestras puede deberse a que en el momento de su extracción no se tomaron todos los estratos

Por otra parte, debe tenerse en cuenta que la aparente ausencia de yeso grueso en algunas obras puede deberse a que no se ha tomado toda la preparación al extraer la muestra. Así ocurre, por ejemplo, en las muestras tomadas de las obras *Jesús y María* (JM2) y *Nacimiento de Jesús* (NJ2), de un retablo anónimo (s. XVI) de la iglesia de San Pedro Apóstol en Mingorría (Ávila); en ninguna de estas muestras se

aprecia el estrato de yeso grueso, posiblemente debido a que en el momento de su extracción no se profundizó suficientemente (v. más adelante la muestra NJ2, en la fig. 45). Sin embargo, una muestra correspondiente a *Jesús apareciéndose a Santo Tomás* (JST5), del mismo retablo, conserva los dos estratos, ambos de gran espesor, que pueden observarse, igualmente, en la figura 36.

La obra *Resurrección de Cristo* (anónimo, s. XV) presenta uno de los estratos de yeso mate de mayor espesor (CAL8), junto a la correspondiente a las molduras del retablo (posiblemente fines del s. XV) de la iglesia de Motos (MOT1). El factor correspondiente a la época podría considerarse influyente –aunque el límite de obra disponible ha hecho imposible confirmar este punto– al menos en algunos casos, en el espesor de los estratos.

La época de ejecución podría influir sobre los espesores de las preparaciones

Debe llamarse la atención sobre la circunstancia de que obras pertenecientes al mismo retablo pueden presentar preparaciones con espesores dispares. Así ocurre con *Jesús apareciéndose a santo Tomás* (JST5), la *Adoración de los Magos* (AM5) y el *Nacimiento de la Virgen* (NV7), todas ellas correspondientes al retablo de la iglesia de San Pedro Apóstol de Mingorría (Ávila), ya citado.

Obras pertenecientes al mismo retablo pueden presentar espesores dispares

La figura 13 muestra algunas tablas de este retablo. Puede observarse que el *Nacimiento de la Virgen* parece presentar una factura diferente a las otras dos, con lo que podría haber sido, por tanto, ejecutada por otro taller u artífice, lo que explicaría la diferencia entre preparaciones. Sin embargo, las otras obras parecen haber sido llevadas a cabo por la misma mano, con lo que no se explica la diferencia de espesores existente entre las preparaciones de las mismas.

Igualmente, el *Nacimiento* y *Jesús ante Pilatos*, que forman parte de un retablo de la iglesia de San Pedro ad Vincula (anónimo, s. XVI), en Burgos, presentan estratos de yeso mate que difieren notoriamente en cuanto a su espesor²⁰.

²⁰ Más adelante se aportan planos generales de ambas muestras, tanto por MO como por MEB (N5 y JST5).



Fig. 13. Diversas tablas correspondientes a un retablo de la iglesia de San Pedro Apóstol, en Mingorría (Ávila). Puede observarse mejor y similar factura de a, b y c, con respecto a d.

a) *Jesús apareciéndose a Santo Tomás.*
c) *Nacimiento de Jesús.*

b) *Adoración de los Magos.*
d) *Nacimiento de la Virgen (fragmento).*

En cuanto a las obras *San Pedro* y *Santa Lucía*, que pertenecen al retablo de Pasarilla del Rebollar (anónimo, s. XVI), invitan también a la reflexión las diferencias que pueden observarse entre sus preparaciones. De acuerdo a la Tabla 1, estas diferencias afectan no sólo a su grosor, sino también a su estructura. Así, la

preparación de *San Pedro* (SP2) carece de yeso mate, mientras que la de *Santa Lucía* (SL1) presenta yeso grueso y mate. Este dato ha venido a reafirmar la sospecha inicial, por su muy distinta factura, de que estas obras pudieran haber sido ejecutadas por talleres diversos e incluso no formar parte del mismo retablo²¹.

El estudio de las preparaciones puede aportar importantes datos relativos a la identidad de las obras

Por otra parte, dentro de la misma obra incluso, las muestras tomadas pueden presentar espesores distintos, como ya se indicó en el capítulo IV.

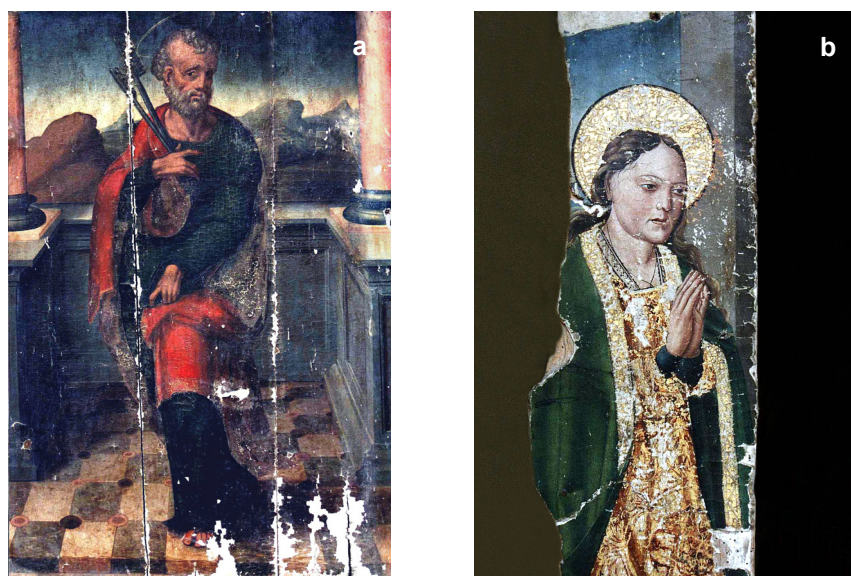


Fig. 14. Retablo de la iglesia de San Lorenzo, en Pasarilla del Rebollar (Ávila) (anónimo, s. XVI). Puede observarse su diferente factura, que apunta hacia autorías distintas. Este dato sería confirmado por el estudio de las preparaciones de estas obras, que aportó resultados muy dispares.

- a) San Pedro.
- b) Santa Lucía.

Como reflexión final de los datos expuestos en los párrafos anteriores, debe indicarse que son diversos los factores que pueden influir en los espesores de los estratos de preparación (sobre todo del yeso mate), como el hecho de que la tabla se haya dorado o no, la época, ya que en las obras más antiguas puede haberse puesto mayor énfasis o cuidado en la aplicación de las preparaciones, el tamaño de la obra e

Sobre los espesores de las preparaciones pueden influir múltiples factores

²¹ SAN ANDRÉS MOYA, M., SANTOS GÓMEZ, S. y RODRÍGUEZ MUÑOZ, A.: “Características y metodología de aplicación de los yesos utilizados en la preparación de las pinturas sobre tabla. Primeros resultados del estudio efectuado sobre cuatro tablas de los siglos XV-XVI”, *Pátina* nº 8, 1997, 92-104.

incluso podría tener que ver su autoría o importancia. Pero además, no debe olvidarse que el espesor puede tener carácter meramente circunstancial y variar simplemente de acuerdo a la obra del retablo o a la zona de la tabla de la que se ha tomado la muestra²².

V. 2. 1. 1. Morfología y composición de las partículas de sulfato de calcio

*Estudio por
MO de las
preparaciones
de sulfato de
calcio*

Con respecto a la morfología de las partículas constituyentes de los estratos de yeso grueso y mate, las imágenes que aporta la MO, si bien no resultan tan precisas como las proporcionadas por la MEB, pueden revelar algunos interesantes datos. Así, en numerosos casos permiten diferenciar la aplicación de diversos estratos, como ya ha podido observarse en algunas de las imágenes aportadas anteriormente, e incluso distinguirse en ellas los estratos de yeso grueso y mate así como la morfología de las partículas, algunas de las cuales son de mayores dimensiones en el caso del yeso grueso. Estas características se aprecian especialmente cuando se pasa la estratigrafía de la muestra a capa fina; en esta forma también es posible observar la diferente birrefringencia que presentan las partículas de yeso mate, constituido generalmente, como se ha repetido en múltiples ocasiones, por yeso dihidrato, con respecto a las del yeso grueso, que está integrado habitualmente por anhidrita (fig. 15).

²² Véase el capítulo IV. 2, en el que se hace referencia al grosor de las preparaciones constituidas por carbonato de calcio. En diversos estudios se pone de manifiesto que no pueden extraerse conclusiones taxativas en cuanto a los factores que pudieran determinar los espesores de las preparaciones, ya que éstos pueden variar notoriamente incluso dentro de cada tabla.

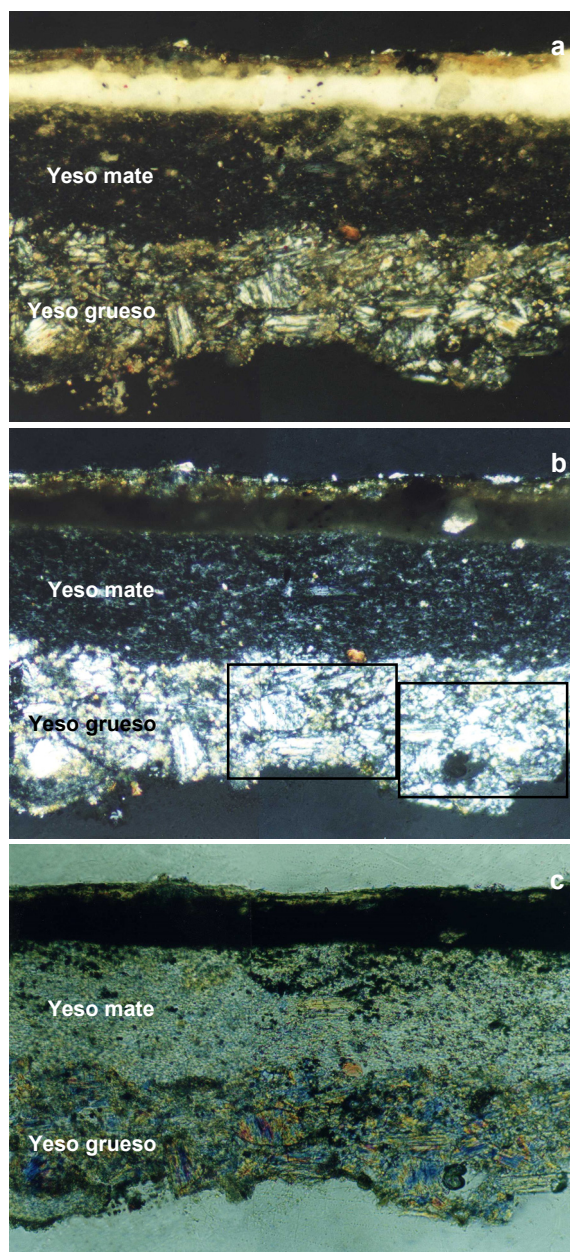


Fig. 15. *Jesús ante Pilatos* (JAP3). Retablo de la iglesia de San Pedro ad Vincula (Burgos). Imagen general (MO). Estratigrafía en capa fina. a) Luz incidente. Fondo oscuro. Se observa mayor homogeneidad en el estrato de yeso mate, constituido por partículas de tamaño muy reducido. En el yeso grueso se observan partículas de mucho mayor tamaño. b) Luz transmitida. La luz atraviesa los estratos de yeso, translúcidos, mientras que el estrato pictórico, opaco, permanece oscuro. Se observa la diferente birrefringencia de los estratos. c) Luz transmitida, polarizadores cruzados y filtro π/λ . Puede observarse una birrefringencia más elevada en el estrato inferior, de yeso grueso, respecto al de yeso mate, así como una mayor heterogeneidad en cuanto a morfología y tamaño de partícula. Asimismo, se aprecia en mayor medida que en la imagen anterior el carácter translúcido de la preparación frente a la opacidad de los estratos pictóricos.

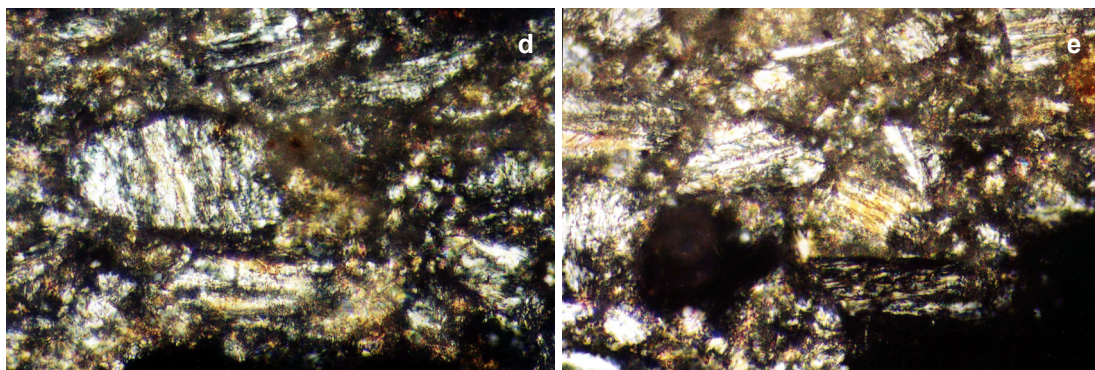


Fig. 16. a y b) Detalles del yeso grueso de la muestra JAP3. Puede verse su localización en la imagen anterior (fig. 15b).

*Birrefringencia
de las partículas
de yeso grueso*

*Mayor
heterogeneidad
en cuanto a
tamaño y
morfología de las
partículas en el
yeso grueso*

Como se recordará, en el capítulo dedicado a la descripción de estos materiales (capítulo II) se indica que la birrefringencia es mayor para la anhidrita que para el yeso²³. La figura 15 corresponde a una muestra (JAP3) tomada de *Jesús ante Pilatos*, obra perteneciente a un retablo de la iglesia de San Pedro ad Vincula, de Burgos (anónimo, s. XVI). En estas imágenes puede observarse una birrefringencia mayor en las partículas de yeso grueso que en las de yeso mate, apreciándose también una mayor heterogeneidad en este estrato en cuanto a tamaño y morfología de las partículas.

*Estudio por MEB
de la morfología
del yeso grueso*

Sin embargo, para estudiar la morfología de las partículas integrantes de las preparaciones resultan más precisas las imágenes que aporta la MEB. La fotografía correspondiente al plano general de una muestra (RET2) tomada de la arquitectura de un retablo de la iglesia parroquial de San Juan Bautista en Blacha (Ávila), que ya ha sido expuesta y comentada (v. fig. 9), pone de manifiesto, de forma inequívoca, que las partículas que integran el estrato de yeso grueso presentan granulometría y morfología más heterogéneas que las del yeso mate (fig. 17).

En los detalles del yeso grueso correspondientes a esta figura se observan partículas de sulfato de calcio, de gran tamaño y aspecto fragmentado, junto a una masa constituida por pequeñas partículas, también de sulfato de calcio, en las que no se distinguen apenas rasgos morfológicos concretos.

²³ Birrefringencia del yeso = 0,009; birrefringencia de la anhidrita = 0,044.

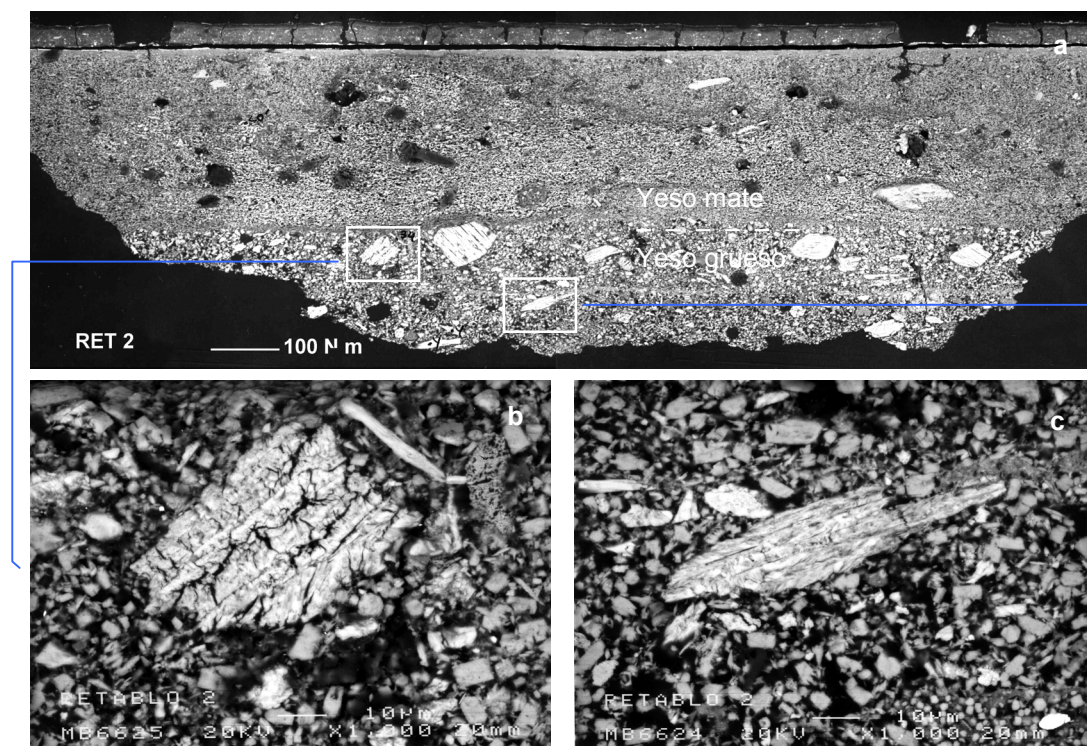


Fig. 17. Muestra (ref. RET2) tomada de la arquitectura de un retablo de la iglesia parroquial de San Juan Bautista en Blacha (Ávila). Imágenes tomadas por MEB (electrones retrodispersados).

- a) Imagen general y localización de los detalles subsiguientes. Barra 100 µm.
 b) y c) Detalles de las partículas de yeso grueso (barra 10 µm). Obsérvense las microfisuras que muestran las partículas de mayor tamaño del yeso grueso.

Más adelante, en el capítulo VI, en el que se describen los resultados correspondientes a la reproducción de los métodos de elaboración del yeso grueso de acuerdo a las indicaciones de antiguos documentos, se muestran imágenes de MEB en las que aparecen partículas que presentan estas características.

Microfisuras de retracción en el yeso grueso

En relación con lo indicado en los párrafos anteriores conviene adelantar que, cuando el yeso se somete a tratamiento calórico²⁴, aparecen múltiples microfisuras en sus partículas, como puede apreciarse en las de mayor tamaño (figuras 17b y c). De igual modo, resultan de interés las muestras correspondientes al *Nacimiento* (N5), obra perteneciente al retablo de la iglesia de San Pedro ad Vincula (anónimo, s. XVI), en Burgos, y a *San Juan Evangelista* (JE3), obra ya mencionada. Las figuras 19 y 20 constituyen sus respectivas imágenes generales y diversos detalles de las

²⁴ No debe olvidarse que el yeso grueso es un material sometido a calentamiento.

partículas de yeso grueso. En todos estos casos pueden observarse partículas de gran tamaño, donde se aprecian las características microfisuras señaladas anteriormente.

En algunos casos, estas microfisuras proporcionan al yeso un aspecto similar al de una pluma. En la figura 18, correspondiente a la preparación de la *Piedad*, atribuida a Luis de Morales, que está constituida únicamente por yeso grueso, puede observarse esta morfología.

Por otra parte, la existencia de las pequeñas y apenas discernibles partículas de sulfato de calcio tiene su origen en la fragmentación del yeso por la acción del calor, así como en su ulterior molienda. Precisamente, como ya se ha señalado en el capítulo dedicado a la elaboración del yeso grueso (capítulo IV), cuando el yeso se somete al tratamiento de cocción se muele con mayor facilidad. Pues bien, esta circunstancia deriva esencialmente de la aparición de estas fisuras en las partículas de yeso.

Además, algunas de las partículas que se observan en el estrato de yeso grueso presentan una morfología acicular semejante a la que presenta el yeso que se ha rehidratado en contacto con agua. La aparición de estas partículas quizás se deba al contacto del material con agua cola (a pesar de que, como se ha indicado, la cola constituye un retardador del fraguado). Al mismo tiempo, también parecen existir partículas en las que no se aprecian las microfisuras debidas al calentamiento del material, lo que puede indicar que no todo el yeso se ha visto afectado en la misma medida por el tratamiento calórico.

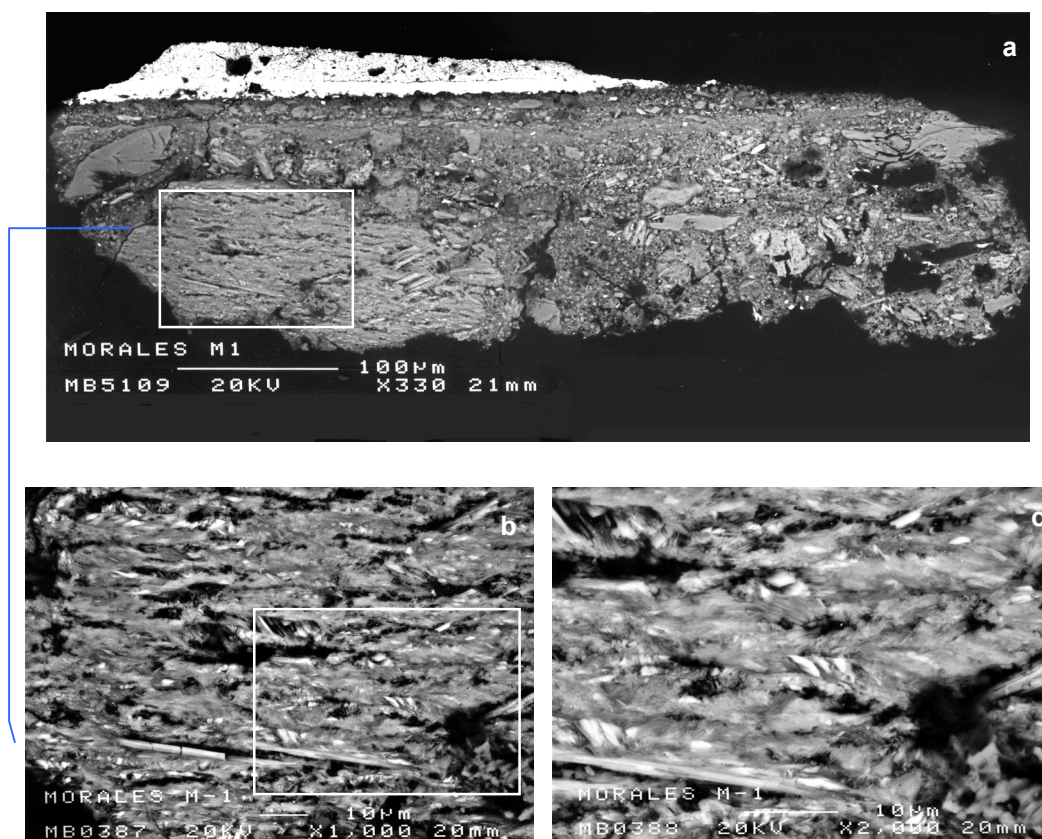


Fig. 18. La *Piedad* (atribuida a Luis de Morales). Imágenes de MEB (electrones retrodispersados).

a) Imagen general (barra 100 µm).

b) Detalle de una partícula de gran tamaño del yeso grueso (barra 10 µm).

c) Detalle de esta misma partícula (barra 10 µm). Obsérvese cómo la aparición de estas fisuras da lugar a la fragmentación del yeso en partículas de muy pequeño tamaño.

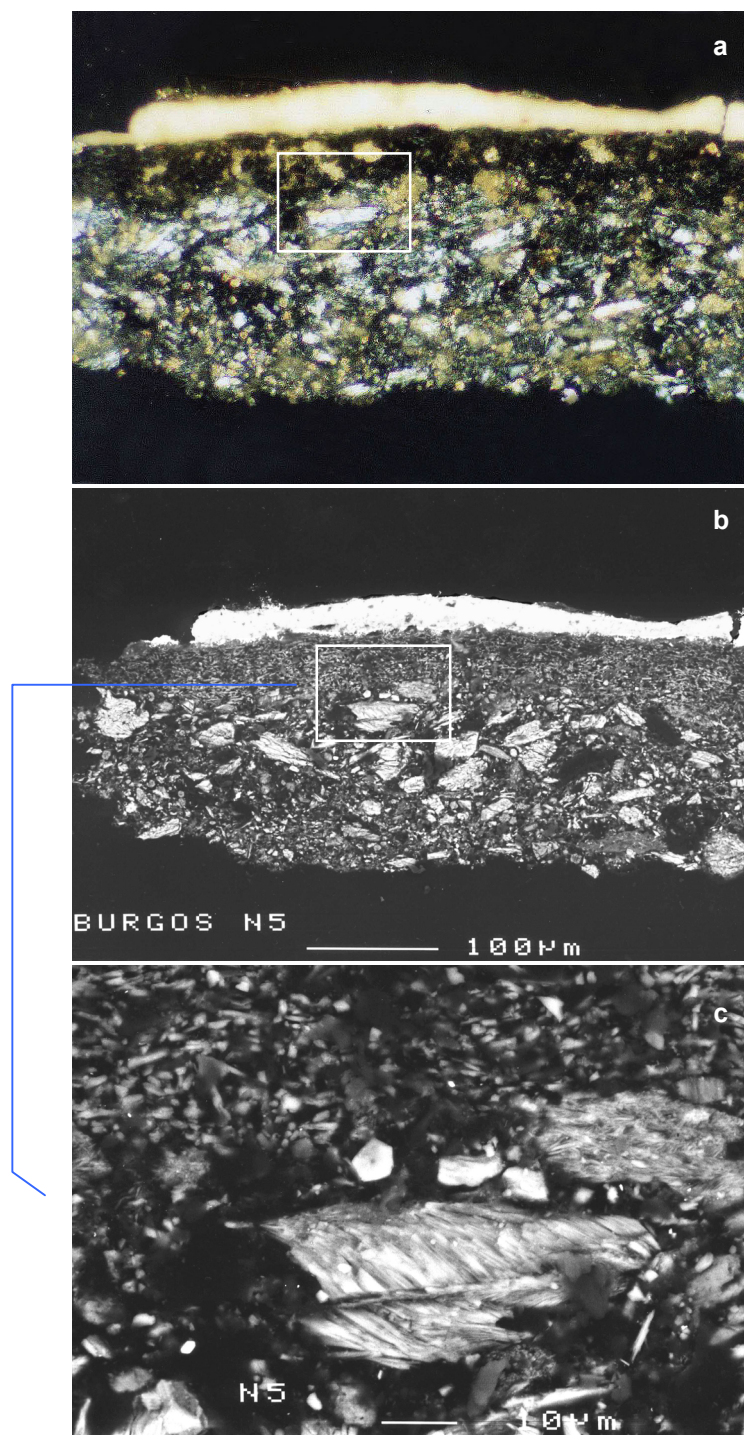


Fig. 19. *Nacimiento* (N5), retablo de la iglesia de San Pedro ad Vincula (Burgos). a) Imagen general (MO). Capa fina. Luz incidente. Yeso mate (aprox. 50 µm). En el área señalada se observa una partícula de gran tamaño, situada en la parte superior del estrato de yeso grueso. b) Imagen general (MEB, e. retrodispersados). Barra: 100 µm. c) Detalle de la zona señalada en a y b. Partícula de yeso grueso con la morfología característica del sulfato de calcio sometido a cocción. Barra: 10 µm.

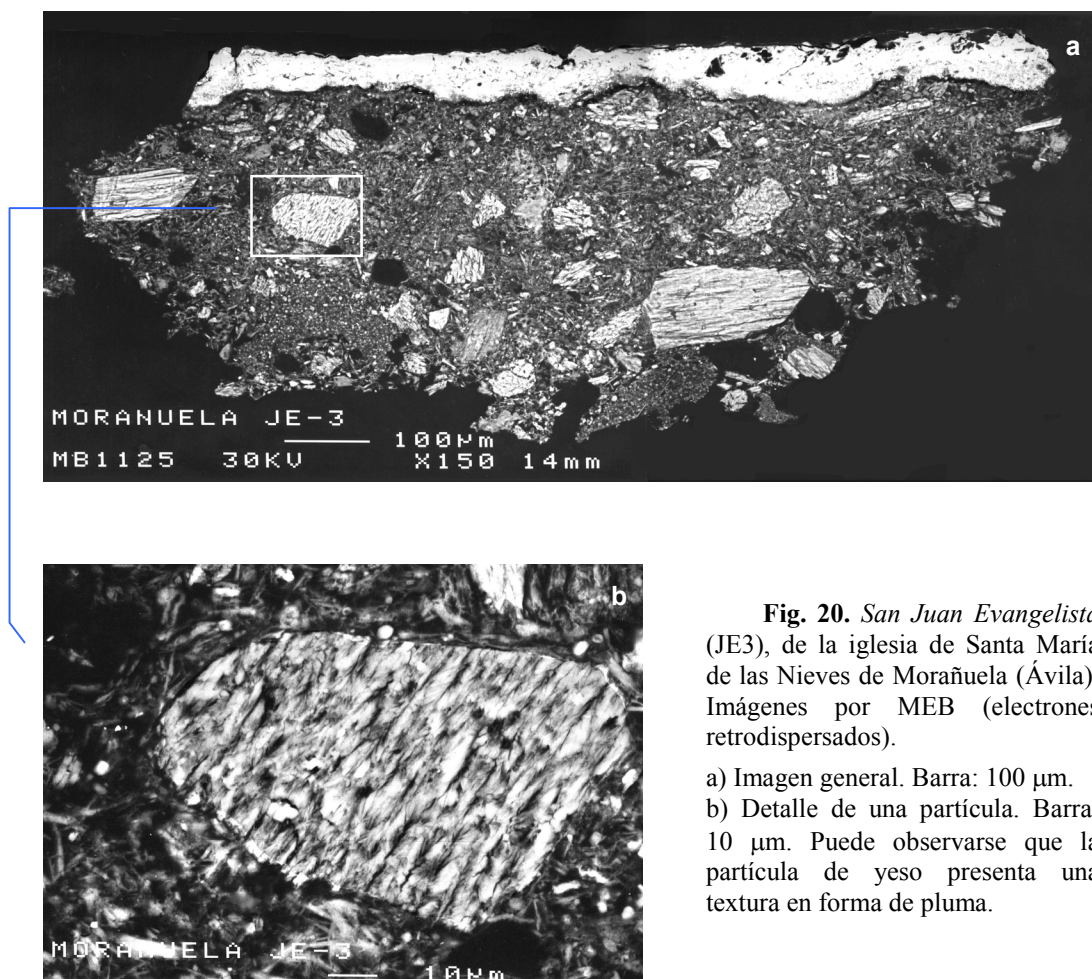


Fig. 20. *San Juan Evangelista* (JE3), de la iglesia de Santa María de las Nieves de Morañuela (Ávila). Imágenes por MEB (electrones retrodispersados).

a) Imagen general. Barra: 100 μm .
b) Detalle de una partícula. Barra: 10 μm . Puede observarse que la partícula de yeso presenta una textura en forma de pluma.

Por otra parte, debe indicarse que los diferentes estratos de yeso grueso, a su vez, pueden presentar capas con morfologías y tamaños de partícula distintos. La muestra SU1, correspondiente *Santa Úrsula* (anónimo, s. XVI), perteneciente a un retablo de la ermita de Nuestra Señora de la Consolación (Calatayud), ya aludida, presenta una preparación de estas características (figura 21).

El yeso grueso puede presentar diversos estratos con morfología y tamaño de partícula diferentes

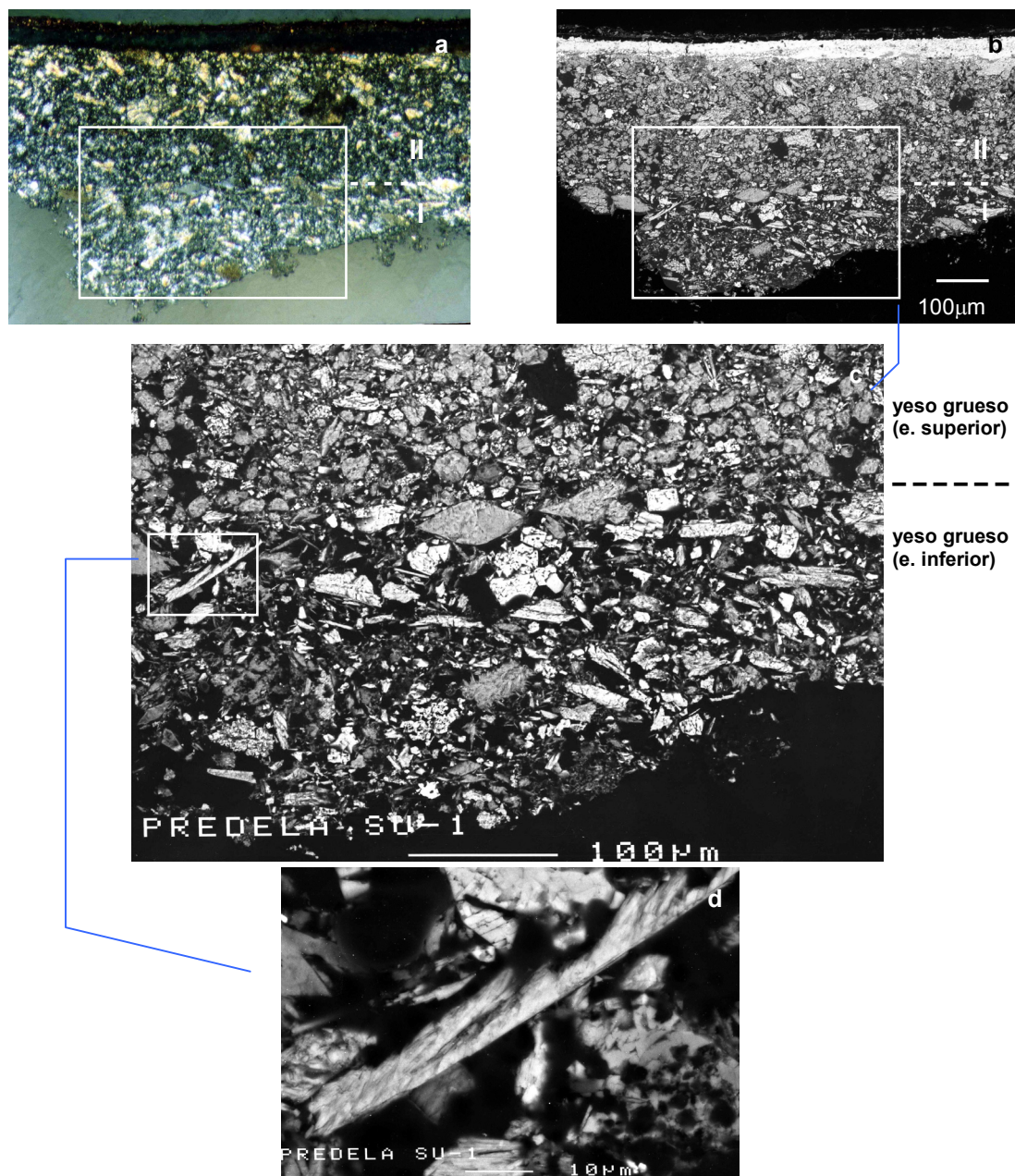


Fig. 21. Imágenes correspondientes a Santa Úrsula, perteneciente a un retablo de la ermita de Nuestra Señora de la Consolación (Calatayud). Muestra en capa fina.

- a) Imagen general de MO. Luz incidente.
- b) Imagen general de MEB. Barra: 100 μm.
- c) Imagen de MEB correspondiente a un plano central de la preparación. Barra: 100 μm. Puede observarse la existencia de dos estratos de yeso grueso con ciertas diferencias morfológicas. En el estrato superior abundan las partículas con bordes más redondeados.
- d) Imagen de MEB. Barra: 10 μm. Detalle del yeso grueso en el que puede apreciarse una partícula característica de este tipo de estratos, en forma de pluma.

Así, en las imágenes que aporta la MO ya se aprecia la existencia de, al menos, dos estratos de yeso grueso. Las fotografías de MEB revelan la presencia de dos materiales similares, si bien se aprecian ciertas diferencias. El estrato inferior se compone de las características partículas de yeso grueso, de gran tamaño y con microfisuras, acompañadas de las resultantes de la fragmentación de éstas. El estrato superior, que pudiera a su vez estar compuesto por varias capas, está constituido por el tipo de partículas mencionadas para el estrato inferior pero, además, incluye la presencia de múltiples partículas de un tamaño intermedio y que presentan perfiles redondeados. Estas características podrían ser debidas a una menor incidencia del calor durante la elaboración del yeso grueso, lo que pudo dar lugar a un material más duro y difícil, por tanto, de moler. Cabe preguntarse, asimismo, si esta especial morfología se debe al empleo de una variedad especial de piedra de yeso o, más probablemente, a la aplicación de una criba y molienda muy regulares al material cocido.

Las partículas descritas en todos los ejemplos anteriores están constituidas por sulfato de calcio. A modo de ejemplo, en la figura 22a se aporta un microanálisis de zona realizado sobre la partícula de grandes dimensiones que se observa en la figura 18b, correspondiente al yeso grueso que constituye la preparación de la *Piedad*, obra ya mencionada. La figura 22b corresponde a un microanálisis de zona realizado en la muestra RET2 tomada, como se ha indicado, de una moldura de un retablo de la iglesia parroquial de San Juan Bautista de Blacha (Ávila). En concreto corresponde a una parte del yeso grueso en que se aprecia la presencia de pequeñas partículas.

*Composición
de las
partículas de
yeso grueso*

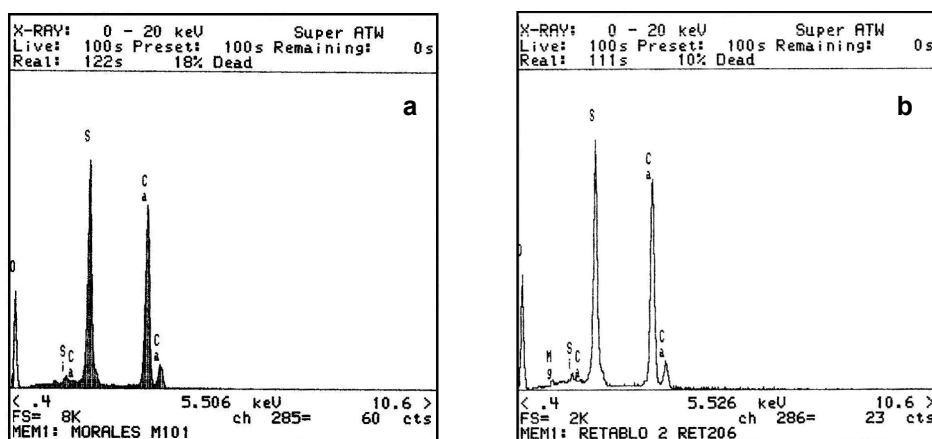


Fig. 22. a) Microanálisis por DEX. Análisis de zona (40 X 50 μm aprox.) realizado sobre partícula de grandes dimensiones de la *Piedad*, atribuida a Luis de Morales (M1). Presencia mayoritaria de sulfato de calcio, con minerales asociados. b) Análisis de zona (100 μm) realizado en el yeso grueso de RET2, en una zona constituida por pequeñas partículas. Puede comprobarse que éstas también se componen de sulfato de calcio.

El yeso mate suele ser mucho más homogéneo que el grueso en cuanto a su morfología y tamaño de partícula. Está constituido mayoritariamente por sulfato de calcio dihidrato ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) y sus partículas presentan morfología tabular, prismática y acicular.

*Morfología de
las partículas
de yeso mate*

Las imágenes siguientes (figs. 23-24) corresponden a una muestra (NV8) tomada de la moldura dorada que enmarca el *Nacimiento de la Virgen*, obra perteneciente a un retablo (anónimo, s. XVI) de la iglesia parroquial de San Pedro Apóstol de Mingorría, en Ávila. En la imagen 23c puede apreciarse que la mitad superior corresponde al yeso mate y la inferior al yeso grueso. Los cristales de yeso mate presentan una morfología esencialmente acicular, aunque existen también cristales prismáticos y tabulares. No obstante, debe tenerse en cuenta que, si los cristales se observan desde su cara más estrecha, pueden parecer aciculares cuando en realidad son tabulares.

Especialmente en la figura 24 b puede observarse que los cristales de yeso se orientan mayoritariamente de forma que su cara de mayor superficie se dispone de forma paralela a los otros estratos y al soporte. Esta disposición podría ser debida a la cuidadosa aplicación del yeso mate por parte del dorador del retablo.

Generalmente estos artífices suelen aplicar, al menos en la actualidad, el yeso mate prácticamente sin repasar con la brocha, de modo que los cristales pueden haberse depositado delicadamente sobre las caras de mayores dimensiones, mientras seca el yeso. Asimismo, la especial disposición de estas partículas también podría deberse, en cierta medida, a la presión ejercida por el bruñidor al bruñir el oro. Por otra parte, esta ordenación podría también ser simplemente casual.

Debe indicarse, además, que otra muestra correspondiente al *Nacimiento de la Virgen*, tomada no de la moldura dorada, sino de su tabla, presenta un yeso mate con tamaño de partícula y morfología similar a la de su moldura (fig. 25). Quizás podría deducirse de ello que ésta y su tabla fueron preparadas a la vez. Sin embargo, en el caso de esta última muestra las partículas no se disponen de forma tan paralela al soporte con lo que, o bien el yeso pudo aplicarse con menos cuidado o, en la circunstancia de que hubiera sido aplicado de la misma manera, acaso simplemente el plano tomado de la muestra da lugar a que las partículas no parezcan orientadas en la forma indicada.

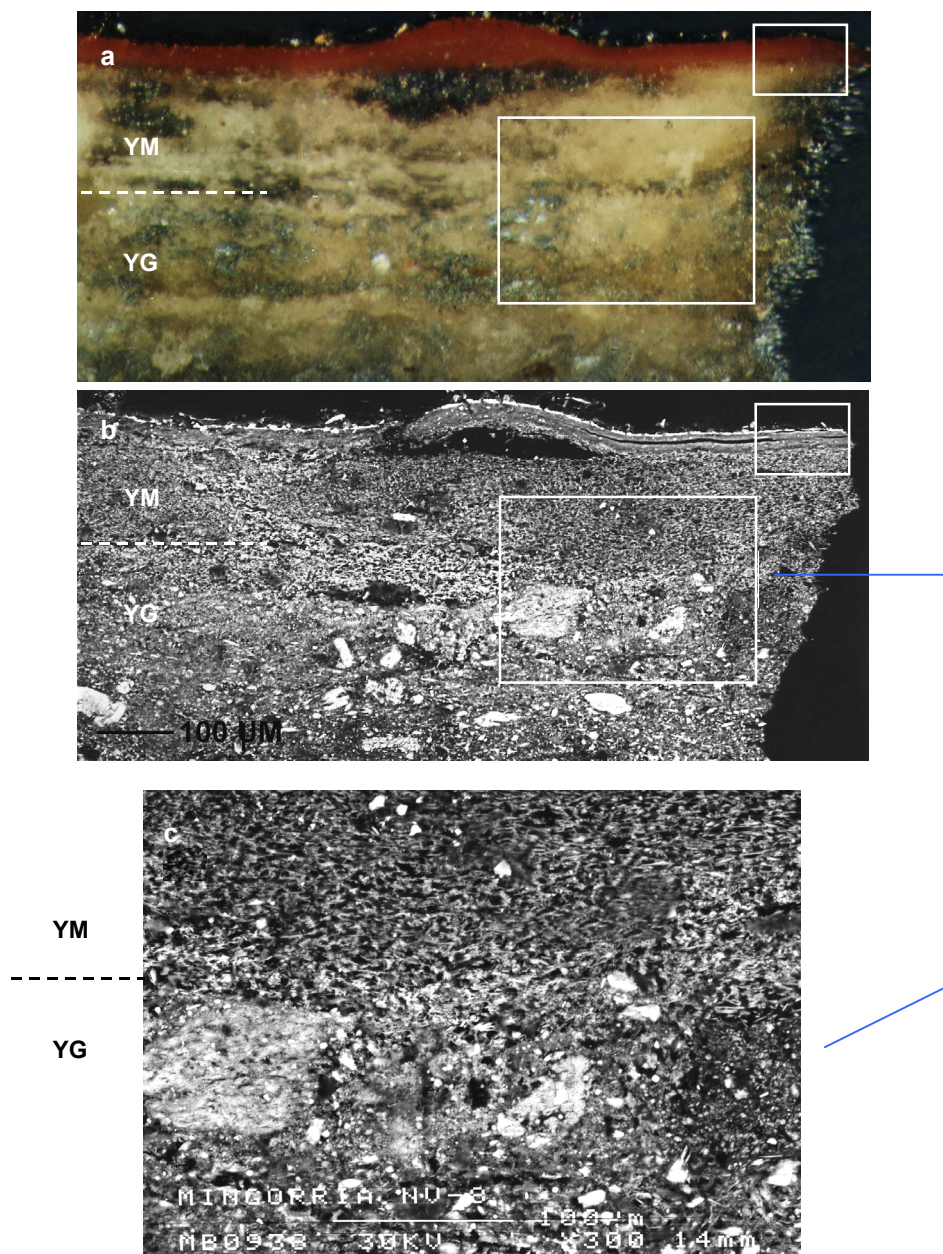


Fig. 23. *Nacimiento de la Virgen* (NV8). Iglesia parroquial de San Pedro Apóstol de Mingorría (Ávila). a) Imagen general observada por MO (capa fina). Luz incidente. Pueden observarse, al menos, tres estratos de preparación bajo la lámina dorada y los estratos de bol. b) Imagen tomada por MEB (electrones retrodispersados). Barra: 100 μm . Pueden apreciarse al menos tres estratos, de los que los dos inferiores constituyen el yeso grueso (YG). En ambas imágenes puede observarse la situación de los detalles mostrados en las imágenes siguientes. c) Imagen tomada por MEB (electrones retrodispersados). Barra: 100 μm . Detalle correspondiente a la zona de la interfase entre los estratos de yeso grueso y mate. En la mitad superior de la imagen puede observarse la morfología homogénea de las partículas de yeso mate.

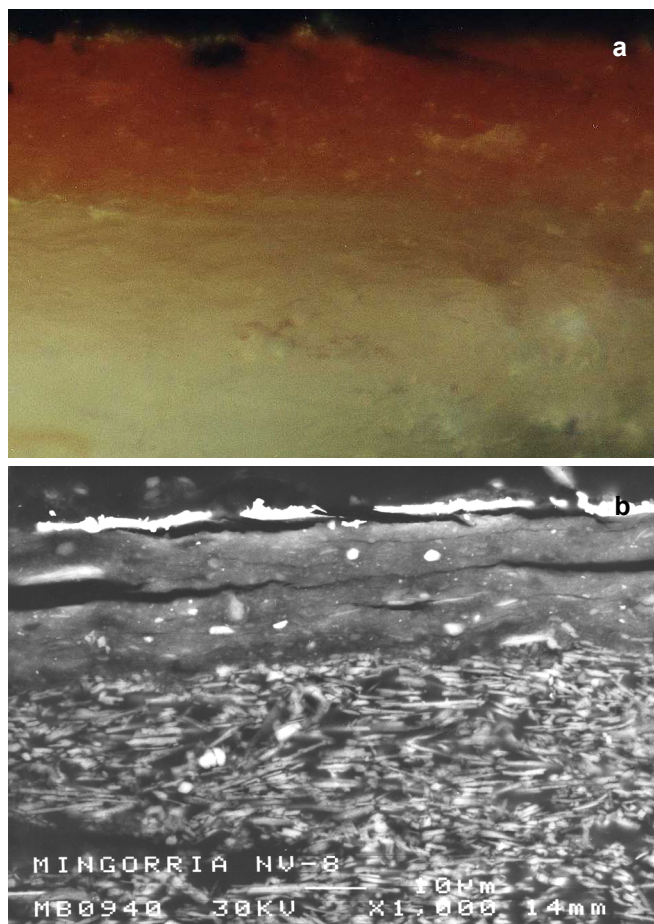


Fig. 24. *Nacimiento de la Virgen* (NV8). Iglesia parroquial de San Pedro Apóstol de Mingorría (Ávila).

a) Detalle de MO que corresponde a un plano situado en el ángulo superior derecho. Zona señalada en la fig. 23a. Se observa el yeso mate, en el que no se distinguen apenas las características morfológicas de sus partículas constituyentes, y el bol.

b) Detalle anterior observado por MEB (electrones retrodispersados). Barra: 10 μm . Se observa claramente la disposición paralela de las partículas de yeso mate, así como dos estratos de bol y el pan de oro (v. su situación en la fig. 23b).

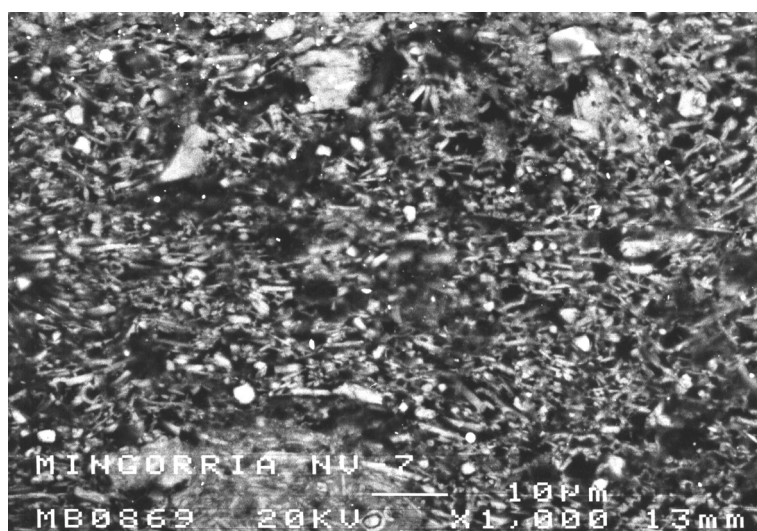


Fig. 25. *Nacimiento de la Virgen* (NV7), iglesia parroquial de San Pedro Apóstol de Mingorría (Ávila). Imagen tomada por MEB (electrones retrodispersados). Barra: 10 μm . En este caso el detalle no corresponde a una zona dorada. Puede observarse un tamaño de partícula similar a la de la muestra correspondiente a la moldura, si bien en este caso la disposición de las partículas no es tan paralela.

La figura 26 corresponde a la imagen por MEB de la muestra RET2, tomada de una moldura del retablo de la iglesia de San Juan Bautista de Blacha (Ávila), ya mencionada anteriormente. En la imagen se observa el estrato de yeso mate a los mismos aumentos que en la muestra del *Nacimiento*. Existen cristales prismáticos y aciculares, aunque también puede comprobarse como otros, que aparecen levemente inclinados y que si no estuvieran en esta posición podrían parecer aciculares o prismáticos presentan, en realidad, morfología tabular. No se observa en ellos la disposición tan paralela que aparece en la muestra anterior, a pesar de que la muestra corresponde a una zona dorada.

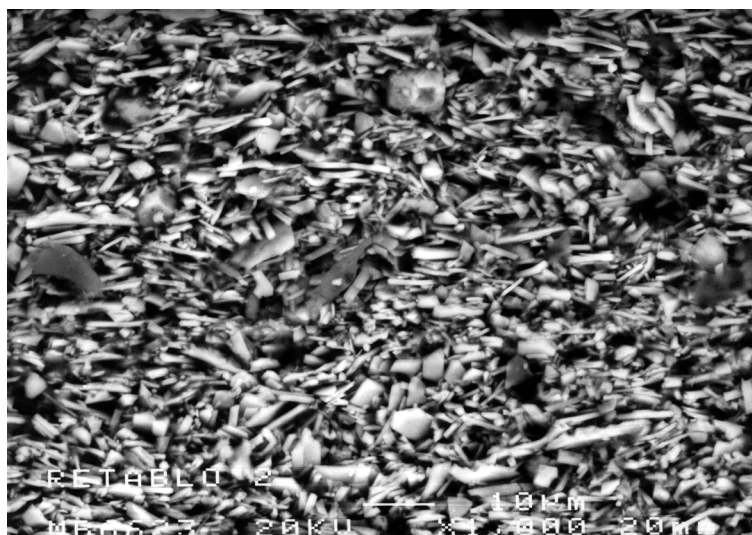


Fig. 26. Muestra RET2, tomada de una zona dorada de un retablo de la iglesia parroquial de San Juan Bautista de Blacha (Ávila). Imagen tomada por MEB (electrones retrodispersados). Barra: 10 µm. Detalle correspondiente al yeso mate.

La figura 27 corresponde a la imagen de la muestra AM5, tomada de una tabla del siglo XVI, la *Adoración de los Magos*, del mismo retablo al que pertenece la obra *Nacimiento de la Virgen*, ya citada. En la imagen se aprecia claramente la diferente morfología que presentan las partículas del estrato de yeso mate (YM) frente a las del yeso grueso (YG). La fotografía está tomada a los mismos aumentos que las anteriores, si bien puede observarse que, en este caso, el yeso mate, que ocupa la mitad superior de la imagen, presenta un tamaño de partícula mayor. Además, los cristales tampoco se disponen tan paralelamente al soporte como en la muestra NV8, correspondiente al *Nacimiento de la Virgen*. Esta circunstancia podría

tener relación con el hecho de que en el caso de la *Adoración de los Magos* la muestra no corresponde a una zona dorada. No obstante, debe indicarse que este dato no es determinante, como se ha podido comprobar para el caso de la muestra correspondiente al retablo de la iglesia parroquial de San Juan Bautista de Blacha (RET2).

La figura 28 corresponde a la muestra MM1, tomada de *María Magdalena*, obra perteneciente, como se ha indicado, a un retablo de la iglesia de San Bartolomé del pueblo de Tartanedo (Guadalajara). La morfología y el tamaño de partícula del yeso mate (YM) son muy similares a los observados en la muestra AM5, correspondiente a la *Adoración de los Magos*. En este caso (MM1) pueden observarse con gran claridad los cristales tabulares, inclinados.

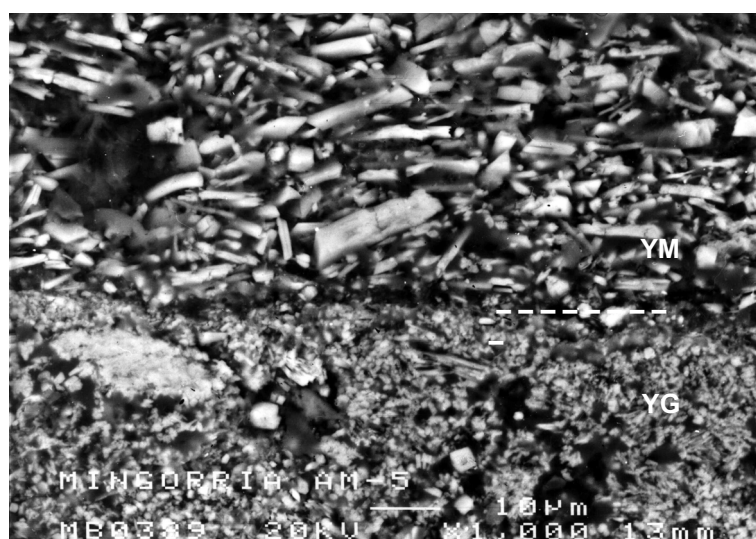


Fig. 27. Muestra AM5, correspondiente a la *Adoración de los Magos*, de un retablo de la iglesia de San Pedro Apóstol en Mingorría (Ávila). MEB (electrones retrodispersados). Barra: 10 µm. Zona de interfase entre los estratos de yeso grueso y mate. En la mitad superior de la imagen (yeso mate) se observa que el tamaño de partícula es superior al del retablo de Blacha y al del *Nacimiento de la Virgen*, pero muy similar al de *María Magdalena*.

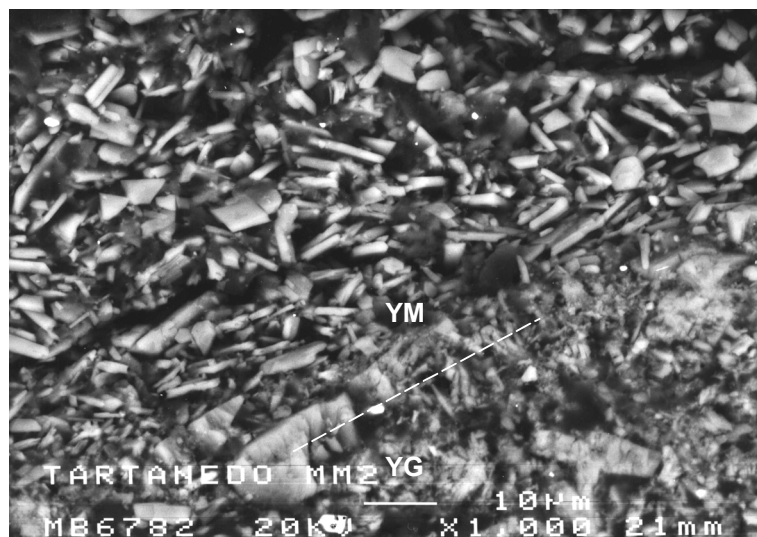


Fig. 28. *María Magdalena* (MM1), correspondiente a un retablo de la iglesia de San Bartolomé del pueblo de Tartanedo (Guadalajara). Imagen tomada por MEB (electrones retrodispersados). Barra: 10 µm. Detalle de la interfase entre los estratos de yeso mate y grueso. El yeso mate ocupa el ángulo superior izquierdo. Pueden observarse en él partículas tabulares. Tamaño de partícula similar al de la *Adoración*.

Por otra parte, en el yeso mate de algunas muestras han podido observarse partículas que presentan la característica morfología de las del yeso grueso. Estas partículas pueden constituir en algunos casos restos de yeso sometido a calentamiento que no se han rehidratado a pesar de su contacto con el agua durante la elaboración del yeso mate. Asimismo, su presencia podría deberse a la mezcla, quizás accidental, de ambos materiales²⁵.

En el yeso mate pueden aparecer partículas con la morfología característica de las del yeso grueso

La figura 29 corresponde a un detalle de la preparación de *Jesús ante Pilatos* (JAP3), obra perteneciente a un retablo de la iglesia de San Pedro ad Vincula (anónimo, s. XVI), en Burgos. En la mitad inferior de la imagen puede apreciarse el estrato de yeso grueso (YG) y en la superior el de yeso mate (YM). Entre las partículas de tamaño y morfología homogéneos de este último se aprecia una de gran tamaño, de morfología fibrosa. Como se verá posteriormente en el capítulo VI, este tipo de partículas aparece frecuentemente en yeso sometido a calentamiento. Igualmente, han podido observarse partículas de morfología similar en yesos rehidratados pero no yesos mate (v. cap. VI).

²⁵ V. los procesos de elaboración de ambos tipos de yeso en el capítulo IV, así como los esquemas relativos a los mismos aportados al comienzo de éste.



Fig. 29. *Jesús ante Pilatos* (JAP3), correspondiente a un retablo de la iglesia de San Pedro ad Vincula (anónimo, s. XVI), en Burgos. Observación por MEB (electrones retrodispersados). Barra: 10 μ m. En el estrato de yeso mate puede apreciarse parcialmente una partícula de gran tamaño y morfología fibrosa.

El yeso mate
suele estar
constituido por
sulfato de calcio
dihidrato

Como ya se ha indicado en diferentes ocasiones, el yeso mate suele estar constituido mayoritariamente por sulfato de calcio dihidrato. En la figura 30 se observa el resultado del microanálisis de zona efectuado por dispersión de energía de rayos X (DEX) sobre el estrato de yeso mate de la muestra NV8 del *Nacimiento de la Virgen*. Se detecta la presencia mayoritaria de sulfato de calcio, si bien mediante esta técnica no puede determinarse su grado de hidratación. Sin embargo, la observación de la morfología de sus partículas permite suponer que se trata de la fase dihidrato.

Además de sulfato de calcio, el microanálisis detecta la presencia de otros compuestos a los que se aludirá en los apartados siguientes.

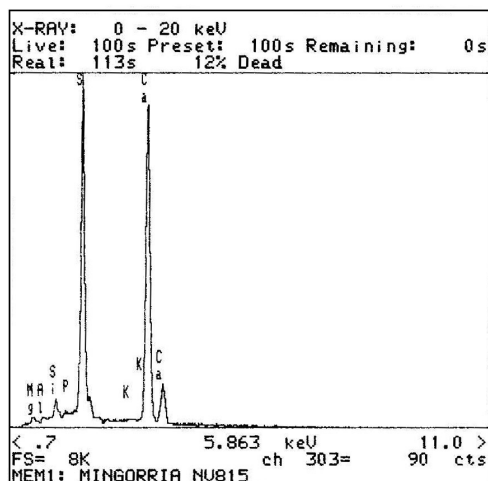


Fig. 30. Microanálisis por DEX. Análisis de zona (100 X 100 μm) realizado sobre el yeso mate del *Nacimiento de la Virgen* (NV8). Puede observarse la presencia mayoritaria de sulfato de calcio (supuestamente dihidrato, aunque el microanálisis no puede reflejar este último dato), así como la existencia de algunos minerales asociados.

Más adelante, en el capítulo VI, al estudiar el material obtenido a partir de la reproducción de los métodos de elaboración del yeso mate de acuerdo a las indicaciones de los antiguos tratadistas, se ha concluido que las características morfológicas de las partículas obtenidas coinciden con las observadas en muestras correspondientes a obra real. Además, se ha estudiado la composición del yeso mate obtenido experimentalmente mediante difracción de rayos X, siendo identificado como sulfato de calcio dihidrato ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). Por estas razones, se concluye que el yeso mate correspondiente a obra real presenta esta misma composición.

Con el fin de apreciar aún más detalladamente la característica morfología de las partículas que integran los estratos de yeso grueso y yeso mate, se ha procedido a estudiar una muestra sin incluir en resina. En este caso, la observación en MEB se ha realizado mediante electrones secundarios. Este sistema de observación permite apreciar con mayor detalle la morfología de las partículas y los componentes de naturaleza orgánica.

En la figura 31 se observa una muestra (PT7) correspondiente a la obra *Presentación en el templo*, del Museo Diocesano de Cuenca, pintada por Martín Gómez el Viejo (s. XVI). En la parte inferior derecha se aprecia el estrato de yeso grueso y en la superior izquierda el de yeso mate²⁶. La preparación contiene gran

²⁶ Aunque en la imagen se observa el estrato de yeso mate situado a la izquierda y el yeso grueso a la derecha, sobre el soporte, la disposición de los estratos es la habitual, es decir, en la parte de abajo y más cercana al soporte, se sitúa el yeso grueso y sobre éste el mate. Generalmente, y como se ha indicado, la disposición de las partículas puede situarse mayoritariamente de forma más o menos paralela al soporte cuando se trata de una tabla ya que, lógicamente, las preparaciones se aplicarían

cantidad de poros en ambos estratos. Las figuras 32a y 32b muestran, espléndidamente, la morfología prismática, acicular y tabular de las partículas de yeso mate. La visión con electrones secundarios permite incluso apreciar la película de cola animal que las envuelve. En la figura 32b puede observarse una macla en forma de punta de flecha. La figura 32c corresponde a un detalle del yeso grueso. Se observan partículas de gran tamaño, de morfología fibrosa, junto a una masa en la que se confunden el aglutinante con las pequeñas partículas de sulfato de calcio.

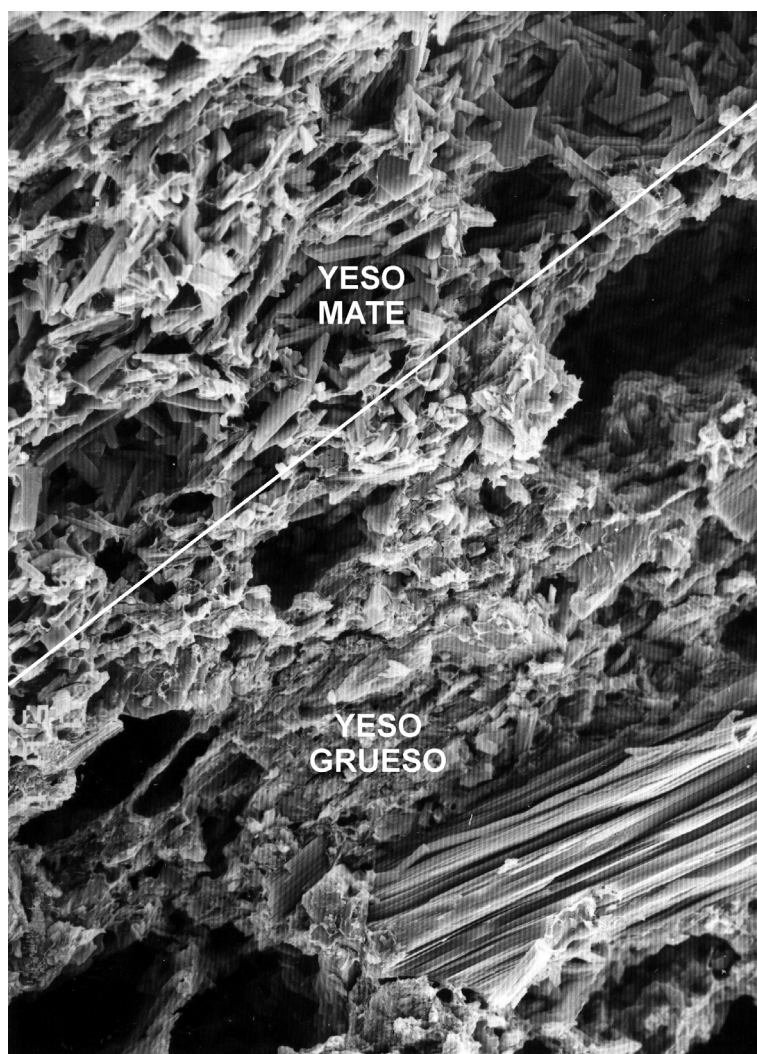


Fig. 31. *La presentación en el templo (PT7), del Museo Diocesano de Cuenca (Martín Gómez el Viejo, s. XVI).*

Imagen tomada por MEB (electrones secundarios). En la mitad superior izquierda pueden observarse las partículas de yeso mate, envueltas en cola. Se aprecia una gran homogeneidad en cuanto a morfología y tamaño de partícula. En la parte inferior derecha aparece el yeso grueso, donde se observan partículas que difieren notoriamente en cuanto a su tamaño.

en muchos casos con las tablas dispuestas horizontalmente. En las molduras de los retablos podrían las partículas adquirir disposiciones más caprichosas.

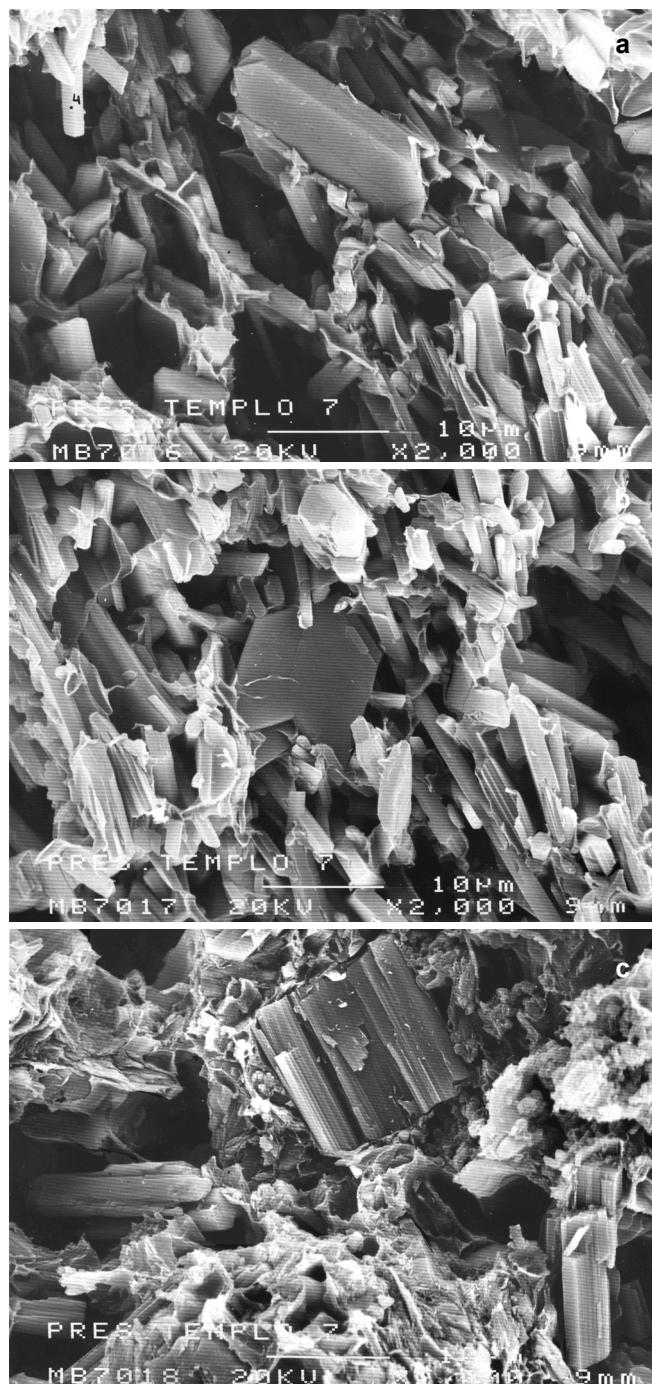


Fig. 32. *La presentación en el templo (PT7) del Museo Diocesano de Cuenca (Martín Gómez el Viejo, s. XVI).*

a) Imagen tomada por MEB (electrones secundarios). Barra: 10 µm. Detalle del yeso mate. Cristales prismáticos y tabulares y capa de cola que los envuelve.

b) Imagen tomada por MEB Barra: 10 µm. Detalle del yeso mate. Macla en punta de flecha.

c) Imagen tomada por MEB. Barra: 10 µm. Detalle del yeso grueso. Partículas con granulometría y morfología heterogéneas. Algunas de las partículas de mayor tamaño presentan morfología fibrosa.

V. 2.1.2. Estudio por FTIR de las fases constitutivas del yeso grueso

A lo largo de este capítulo se ha indicado que, tanto los estratos de yeso grueso como los de yeso mate, están constituidos fundamentalmente por sulfato de calcio. Sin embargo, mientras que el yeso mate suele estar integrado mayoritariamente por yeso dihidrato, el yeso grueso suele estar constituido por anhidrita y cierta proporción de dihidrato, tal y como indican algunos estudios a los que ya se ha hecho referencia.

En el capítulo IV se ha hecho hincapié en que, para preparar el yeso mate, se emplea yeso grueso, que se apaga en agua y después se mezcla con cola animal. Cuando el yeso previamente sometido a calentamiento se deja en agua el tiempo suficiente, punto sobre el que suelen incidir los tratados, el material de partida, sometido a calentamiento, se transforma en yeso mate, constituido por yeso dihidrato. El material así obtenido es especialmente suave, impalpable al tacto y levemente iridiscente. Para elaborar este yeso, habitualmente se partía de un yeso natural de cierta pureza y, además, se prestaba cuidado a su elaboración y cribado.

*El yeso grueso
puede estar
constituido por
diversas fases de
sulfato de calcio*

Sin embargo, para elaborar el yeso grueso, se partía directamente del yeso sometido a calentamiento (anhidrita y hemihidrato). En muchos casos pudo emplearse como tal un yeso en el que la cocción hubiera dado lugar a un sulfato de calcio con diversas fases de hidratación, circunstancia propiciada por el empleo de hornos rudimentarios, donde el control de la temperatura y calidad del producto resultante era deficiente. Por ello, el material pudo en muchos casos no ser homogéneo. A ello contribuyó además el hecho de que las cribas en algunos casos no fueran excesivamente cuidadosas. Por otra parte, el material era después mezclado con cola animal hidratada. Como se ha indicado, la cola animal constituye un retardador del proceso de fraguado. Sin embargo, el yeso grueso, presumiblemente, permanecía durante cierto tiempo en esta sustancia formando una mezcla fluida, con lo que algunas de sus partículas podrían haberse rehidratado. Por todo ello, es previsible cierta heterogeneidad en el yeso grueso derivada de la presencia de diversas fases cristalinas de sulfato de calcio. Esta heterogeneidad muy posiblemente ha sido mayor que en el yeso mate.

Para comprobar de forma experimental lo indicado en párrafos anteriores, se ha procedido a realizar los correspondientes análisis mediante espectroscopía infrarroja por transformada de Fourier (FTIR). Para ello, se emplea un equipo *Spectrum One Perkin Elmer* y se realiza un análisis superficial usando la técnica UATR (Universal Attenuated Total Reflectance). Estos análisis se realizaron dentro del intervalo 4000 y 550cm^{-1} sobre las muestras sin incluir en resina. En concreto, se

llevaron a cabo sobre la primera capa de preparación que, en la mayor parte de los casos, correspondía al yeso grueso.

Tabla II. Relación de las tablas estudiadas. Resultados de los análisis efectuados por FTIR.

<i>Escuela/Fecha</i>	<i>Obra/Autor/Referencia de la muestra</i>	<i>Especies minerales identificadas por FTIR</i>
Ávila s.XVI	<i>San Pedro</i> , iglesia de San Lorenzo (Pasarilla del Rebollar). Anónimo SP5 (YG)	Sulfato cálcico hidratado, carbonatos, silicatos, oxalato cálcico
	<i>Santa Lucía</i> , iglesia de San Lorenzo (Pasarilla del Rebollar). Anónimo SL4 (YG)	Sulfato cálcico hidratado, carbonatos, silicatos,
	<i>Jesús apareciéndose a santo Tomás</i> , iglesia de San Pedro Apóstol (Mingorría). Anónimo JST8 (YG/YM)	Sulfato cálcico hidratado, carbonatos, silicatos, oxalato cálcico
	<i>Adoración de los Magos</i> , iglesia de San Pedro Apóstol (Mingorría). Anónimo AM8 (YG)	Sulfato cálcico hidratado, carbonatos, silicatos
	<i>Nacimiento de la Virgen</i> (marco original dorado), iglesia de San Pedro Apóstol (Mingorría). Anónimo NV3 (YM+CP)	Sulfato cálcico hidratado, carbonatos, silicatos, nitratos, oxalato cálcico
	<i>Jesús y María</i> . Iglesia de San Pedro Apóstol (Mingorría). Anónimo JM5 (YG)	Sulfato cálcico hidratado, carbonatos, silicatos
	Molduras de un retablo de la iglesia parroquial de San Juan Bautista en Blacha (Ávila). Anónimo RET2 (YG)	Sulfato cálcico hidratado, carbonatos, silicatos
	Retablo de la iglesia parroquial de San Juan Bautista en Blacha (Ávila). Anónimo S3 (YG)	Sulfato cálcico hidratado, carbonatos, silicatos
Ávila s. XVII	<i>San Juan Evangelista</i> , iglesia de Santa María de las Nieves (Morañuela). Anónimo JE1 (YG)	Sulfato cálcico hidratado, carbonatos, silicatos, nitratos, oxalato cálcico
Cuenca s. XVII	<i>San Mateo y San Lorenzo</i> , Catedral de Cuenca. Martín Gómez el Viejo ML11 (YG)	Sulfato cálcico hidratado, carbonatos, silicatos
Burgos s. XVI	<i>Jesús ante Pilatos</i> , iglesia de San Pedro ad Vincula (Burgos). Anónimo JAP4 (YG)	Sulfato cálcico hidratado, carbonatos, silicatos, oxalato cálcico
	<i>Nacimiento</i> , iglesia de san Pedro ad Vincula (Burgos). Anónimo N2 (YG)	Sulfato cálcico hidratado, carbonatos, silicatos, oxalato cálcico
Guadalajara s.XVI	<i>María Magdalena</i> , iglesia de San Bartolomé (Tartanedo). Anónimo MM3 (YG)	Sulfato cálcico hidratado, carbonatos, silicatos, nitratos
Zaragoza s. XVI	<i>Santa Ursula</i> , ermita de Nuestra Señora de la Consolación (Calatayud). Anónimo SU2 (YG)	Sulfato cálcico hidratado, carbonatos, silicatos, oxalato cálcico

En la tabla 2 se recogen las referencias de las muestras estudiadas –que corresponden a obras ya aludidas a lo largo de este capítulo– junto a la interpretación de los resultados obtenidos con esta técnica. Asimismo, la tabla 3 muestra los grupos químicos identificados a partir de los espectros obtenidos.

*Se han detectado
sulfatos,
carbonatos y
silicatos*

En todas las muestras aparecen las bandas de tensión y flexión características de los grupos OH, lo que indica la presencia de un sulfato hidratado. No obstante, hay que señalar que la intensidad de estas bandas no es muy elevada, por lo que se puede considerar que además de esta fase existe sulfato cálcico anhidro. Concretamente, en el caso de la muestra ML11 estas bandas están muy poco definidas, por lo que puede deducirse que el estrato de yeso grueso de la preparación de esta muestra está constituido mayoritariamente por anhidrita.

En todos los casos, además de sulfatos, han sido identificados carbonatos y silicatos. En ciertas muestras han sido detectados oxalato de calcio y nitratos. Respecto al aglutinante, en casi todas las muestras se han revelado las bandas de tensión del grupo amida, indicativa de la presencia de un aglutinante proteico (cola animal). Hay que destacar que en una de las muestras estudiadas (NV), en la que el análisis se ha efectuado sobre la capa de yeso mate, que se encuentra directamente en contacto con la capa pictórica, ha sido identificada la banda de tensión del grupo carbonilo; esta banda es característica de los aceites y, en este caso, correspondería muy probablemente al aglutinante de la capa pictórica.

Muestra	Bandas correspondientes al yeso					Bandas carbonatos			Bandas silicatos		Otros minerales		Aglutinantes		
	OH		S=O	S-O	C=O	C-O	O-C-O	Si-O	Si-O		Nitratos	Oxalato cálcico	C-H	N-CO- (Proteínas)	C=O (Aceites y/o goma laca)
	VOH	δ _{OH}	VS=O	VS-O	VC=O	VC-O	δ _{O-C-O}		VS-O	δ _{Si-O}		VC=O	VC-H	VN-CO	VC=O
SP5 (YG)	3529,1 3403,2	1683,2 1620,1	1108,3	667,9; 593,8	1432,8	879,79	727,97		1004,7	799,69			2964,6		
SL4(YG)	3527,9 3396,2	1620,9	1096,6	667,9; 591,8	1446,1	872,9			1000,0	800,4			2962,0 2919,3	1538,8	
JUST8(YG+YM)	3528,4 3400,6	1681,6 1620,1	1106,6	668,8; 592,5	1445,1	876,7			1004,6	803,8		1260,4		1538,7	
AM8 (YG)	3528,4 3402,7	1683,3 1620,5	1107,6	668,0; 592,1	1418,8	878,9	725,0		1004,6				2919,0	1538,8	
NV3 (YM+CP)	3522,7 3399,9	1683,3 1620,0	1108,5	667,8; 597,5	1429,0	876,8	729,21 719,08		1003,7	799,06	1322,7	1260,56	2917,6 2849,3		1736,4
JE1 (YG)	3528,6 3400,4	1620,6	1095,7	668,0; 591,7	1424,4	876,07			1004,5	799,85	1322,7	1260,4		1538,9	
JAP4 (YG)	3522,2 3400,4	1682,0 1619,8	1097,1	670,1; 592,6	1415,1	873,9	728,3 725		1004,5	799,4		1261,0	2962,49	1555,2	
JM5 (YG)	3527,6 3400,2	1681,3 1618,0	1094,6	667,9; 597,5	1416,0	872,3			1016,1	799,9			2962,79		
RET2 (YG)	3534,4 3401,5	1683,7 1620,7	1111,0	670,9; 593,2	1442,5	870			1004					1538	
S3 (YG)	3534,7 3402	1683,72 1620,4	1109,5	670,6; 595,4	1439,4	878,52	728,79		1004,6					1538	
SM5L11 (ML11) (YG)	3500 3401,6	1622,64	1096,2	672,0; 592,3	1416,4	873,84	712,4						2920 2850	1544,6	
MM3 (YG)	3528,7 3402,2	1681,7 1619,8	1106,3	669,9; 592,5	1443,8	880,4			1004,6	796,8	1324,3		2929,1	1538,6	
N2(YG)	3508,8 3400,2	1683,4 1619,9	1106,7	667,7; 597,8	1418,9	873,1			1004,5	800,4		1260,9		1538,7	
SU2(YG)	3524,7 3304,4	1682,7 1620,8	1096,8	667,9; 593,05	1418,8	875			1000,0	800,54		1261,9	2919,5		

Tabla III. Asignación de las bandas. Grupos identificados.

A continuación, se aportan los espectros patrones del sulfato de calcio con diversos grados de hidratación¹ y los espectros obtenidos para cada una de las muestras estudiadas.

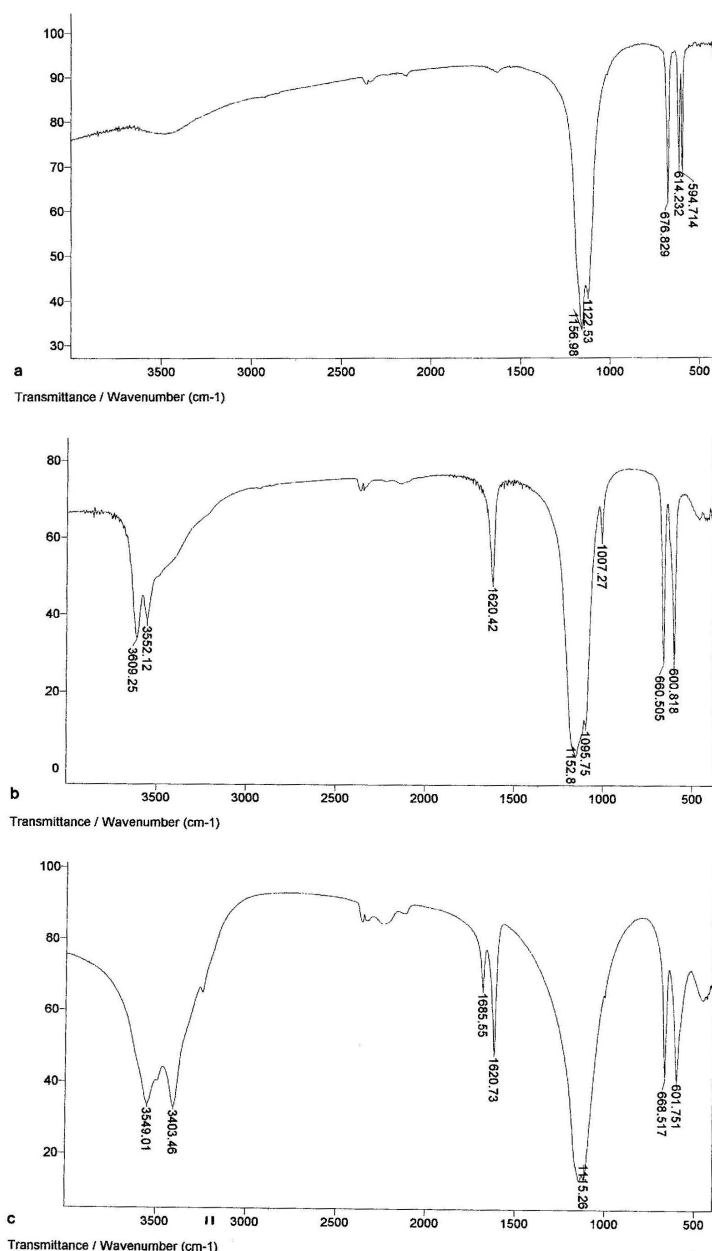
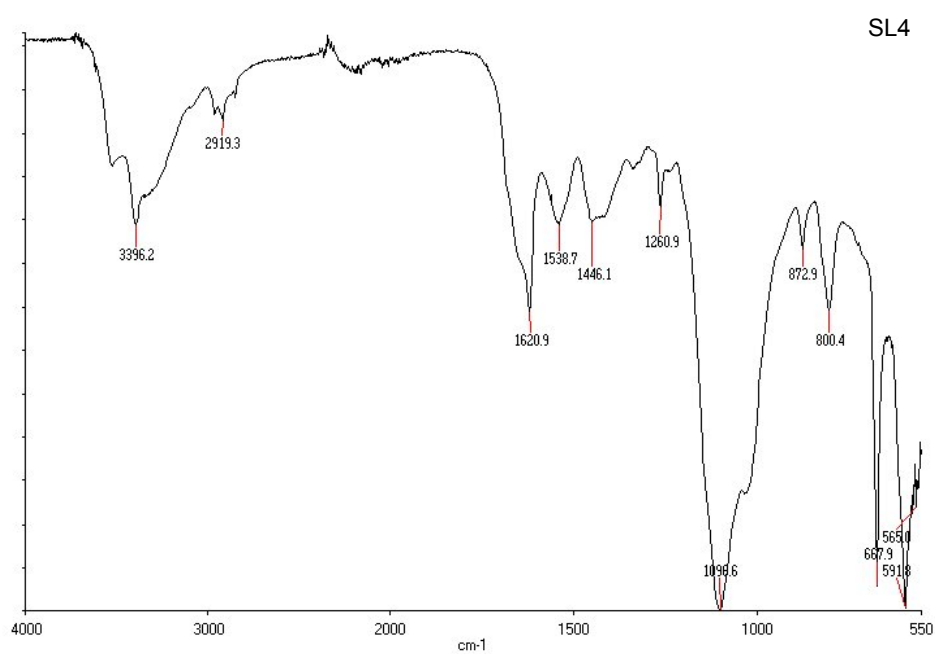
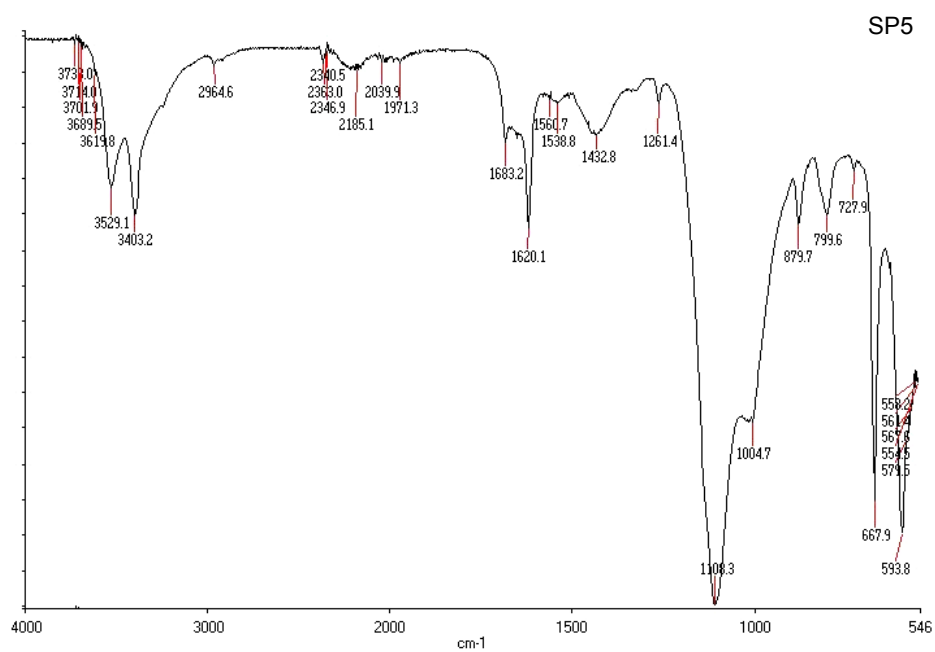
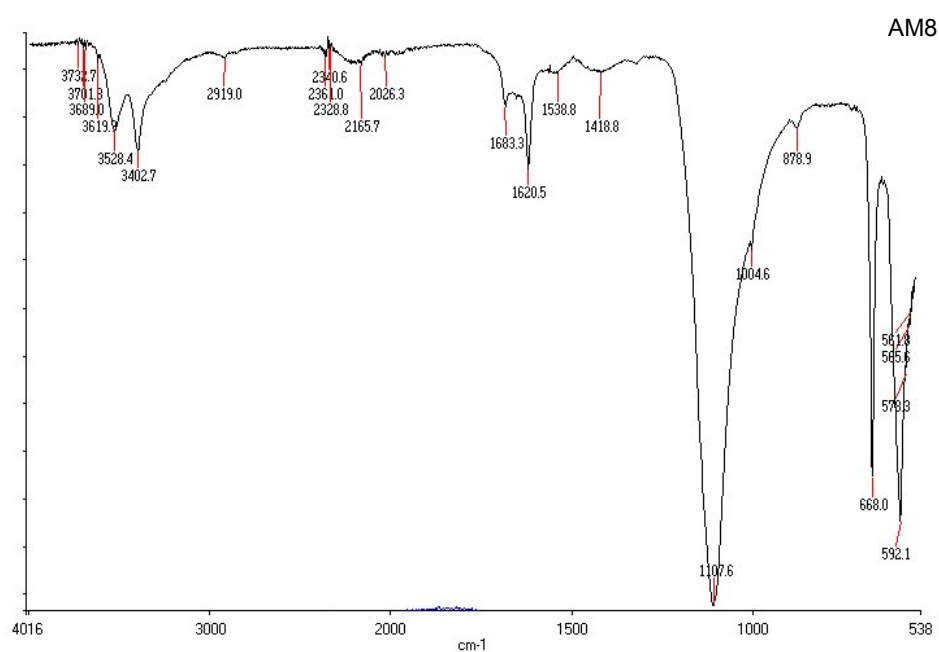
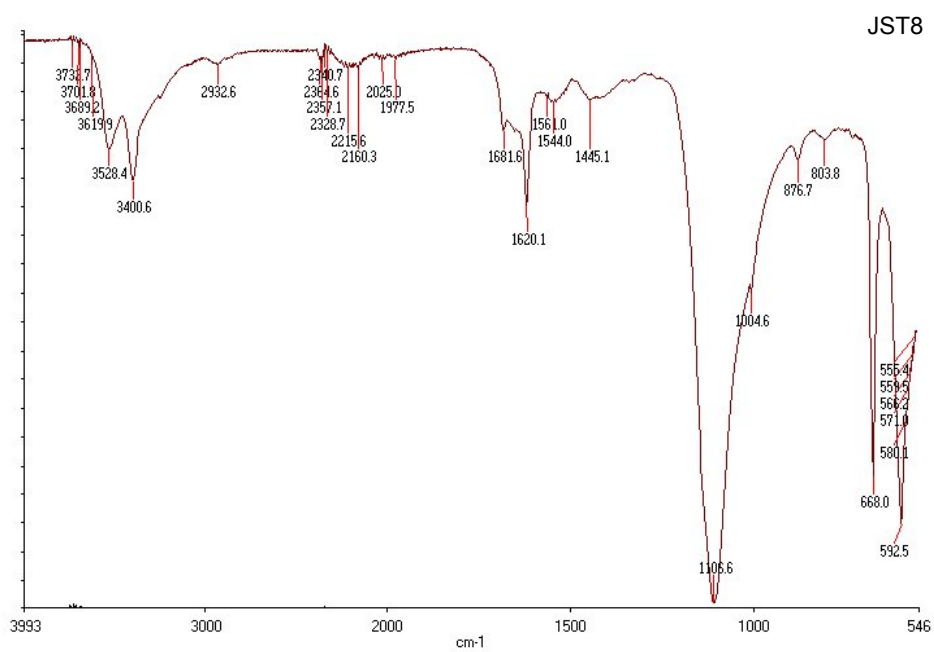
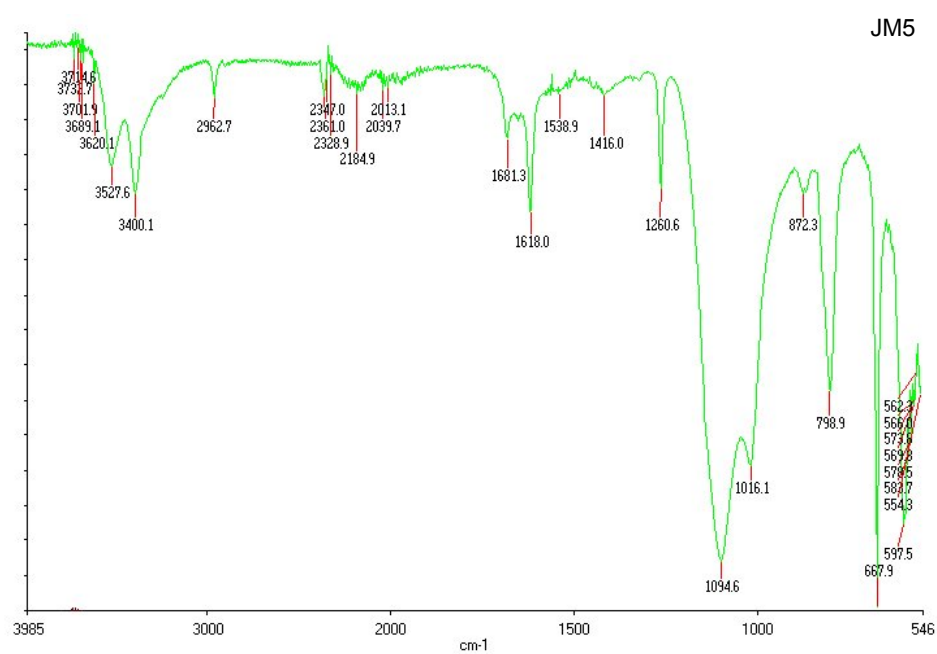
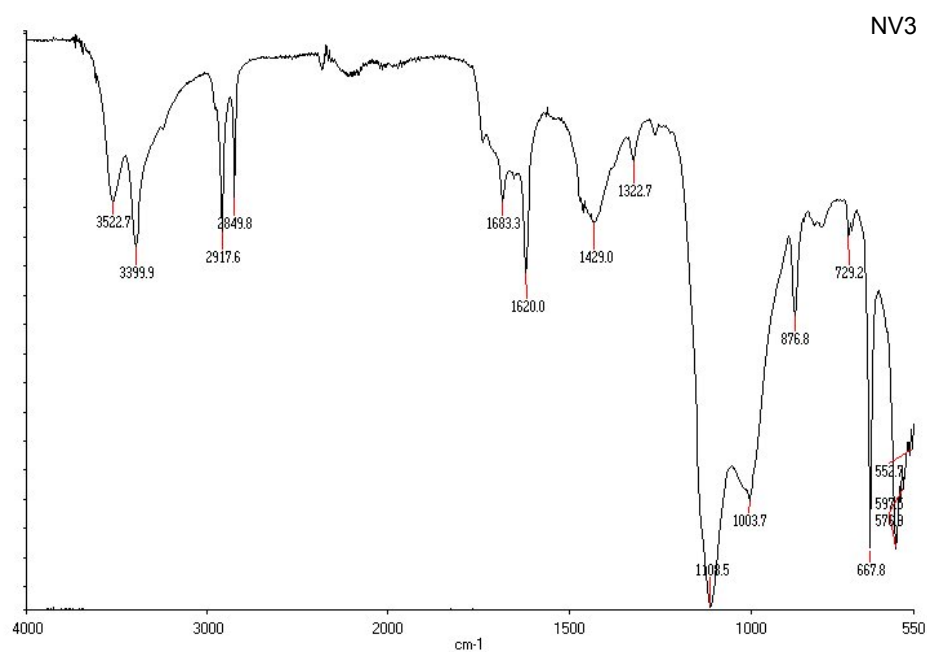


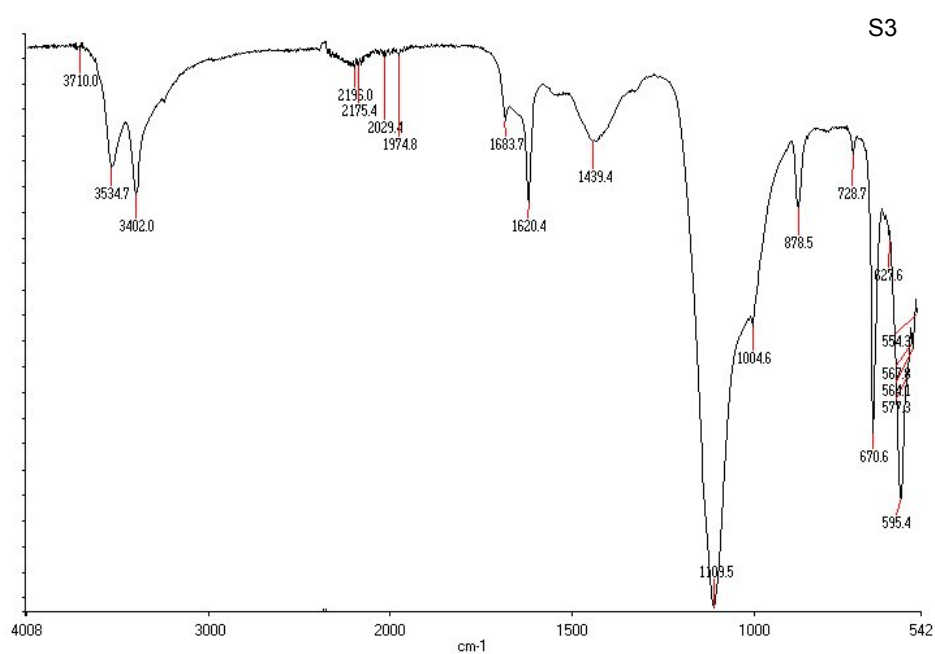
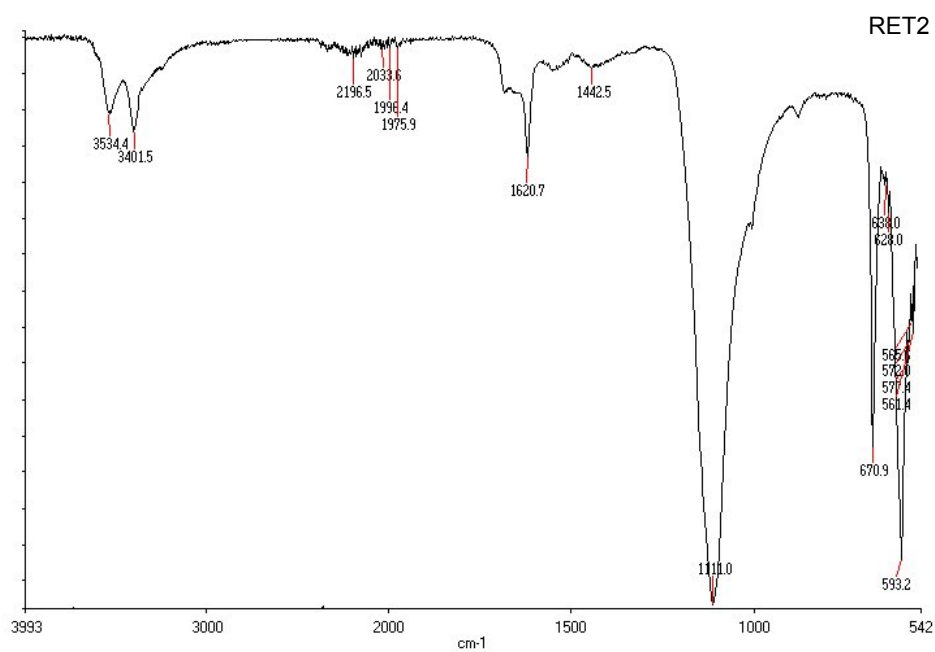
Fig. 33. Espectros de FTIR del sulfato de calcio con diversas cantidades de agua de cristalización. a) anhidrita; b) hemihidrato obtenido a 135°C; c) dihidrato.

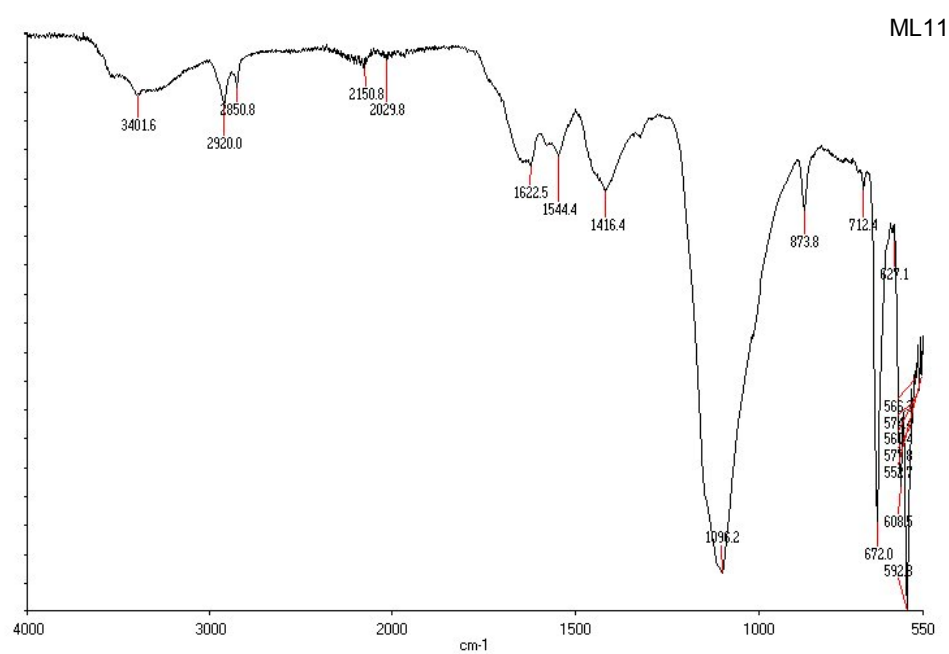
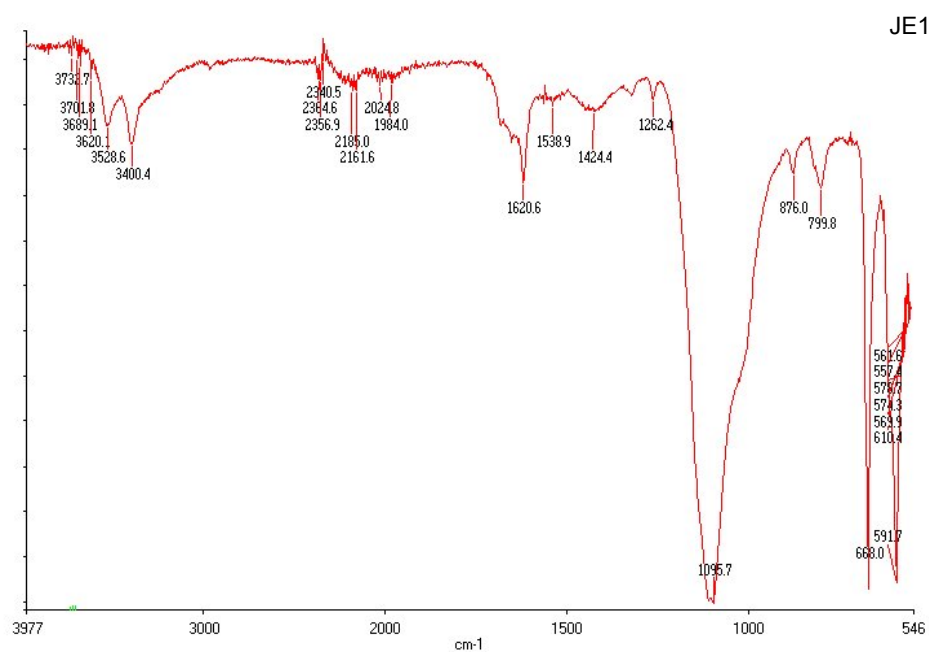
¹ FEDERSPIEL, B., *op. cit.*, p. 58.

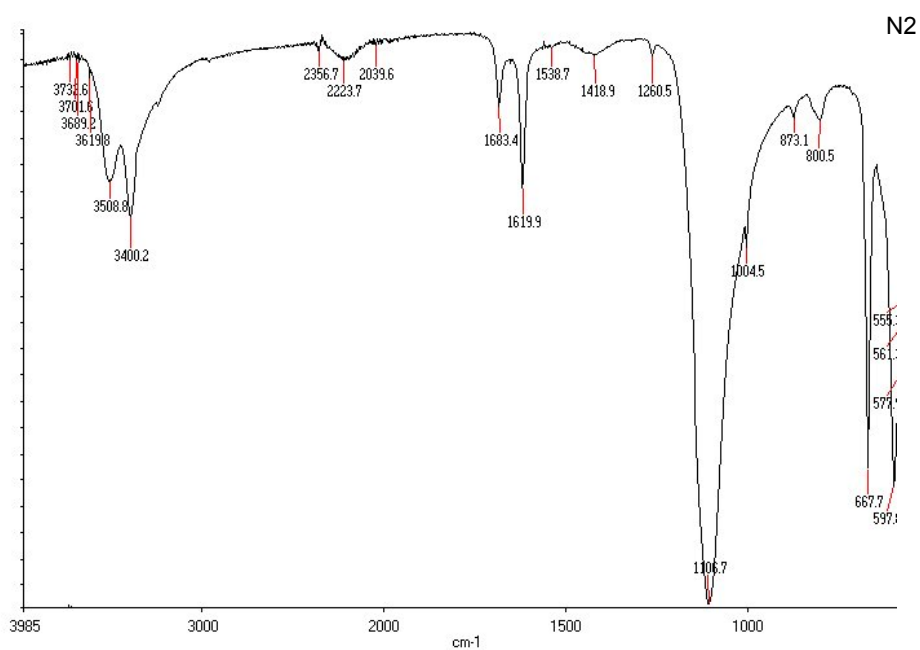
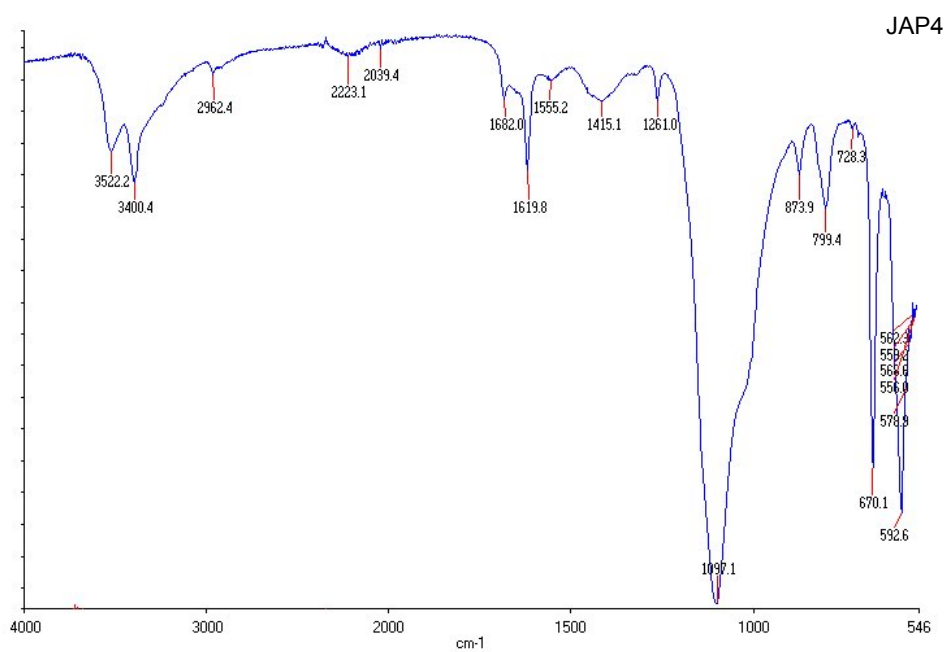












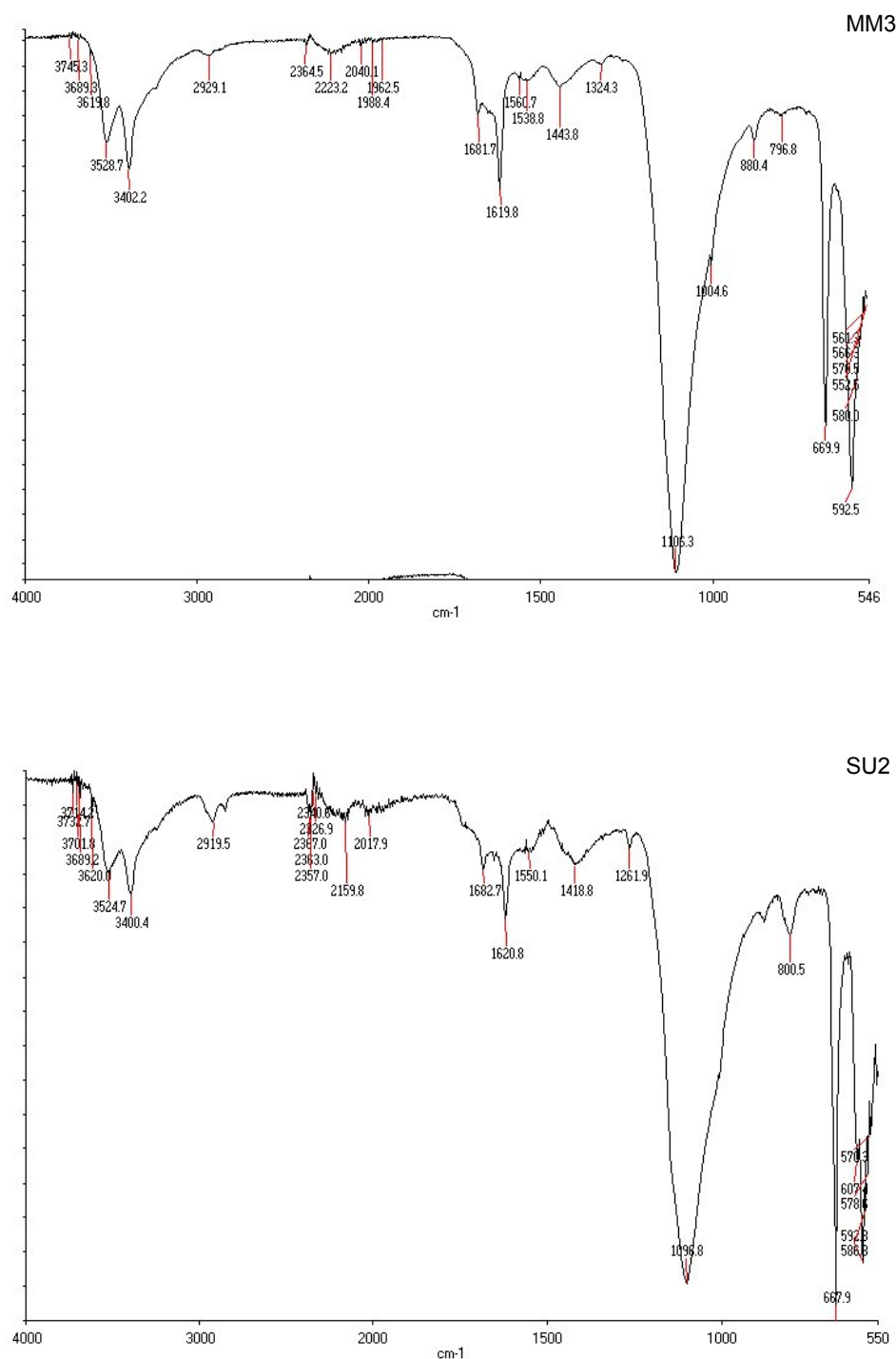



Fig. 34. Espectros de FTIR obtenidos para cada una de las muestras estudiadas.


V. 2.1.3. Morfología y composición de los minerales más frecuentemente asociados al sulfato de calcio en los estratos de preparación

Como se ha anticipado en el estudio llevado a cabo por FTIR, las partículas de sulfato de calcio que integran los estratos de yeso grueso y mate suelen aparecer habitualmente con ciertos minerales asociados. Estos minerales han sido observados en las preparaciones investigadas y han sido estudiados por MEB y, en algunos casos, también por MO.

Resulta frecuente la aparición de aglomerados en las preparaciones constituidas por sulfato de calcio

Resulta muy frecuente la aparición, en los estratos de yeso grueso y mate, aunque son más comunes en el primero, de aglomerados constituidos generalmente por una masa de aluminosilicatos que pueden envolver partículas de otros minerales, entre los que se encuentran calcita y dolomita. Este último mineral suele aparecer en forma de pequeños cristales rombododecaédricos o, fundamentalmente, pellets u oolitos.

La figura 35a corresponde a la muestra ya mencionada del retablo de la iglesia parroquial de San Juan Bautista de Blacha (RET2). La imagen de la figura 35b constituye un detalle de la zona central de la muestra. Se aprecia con gran claridad la diferente morfología de los estratos de yeso grueso (mitad inferior) con respecto a la de yeso mate, así como la línea divisoria que los separa. En el estrato de yeso mate se advierte un aglomerado del tipo de los descritos, que aparece señalado con el símbolo .

Igualmente, puede apreciarse la morfología de este tipo de aglomerados en el plano derecho de la muestra S1, correspondiente a una tabla del mismo retablo (fig. 36a). Pueden observarse numerosos ejemplos que, como en el caso anterior, aparecen señalados con el símbolo . En la figura 36c se observa un detalle de uno de estos aglomerados en el que se puede apreciar su particular morfología y las distintas densidades electrónicas de las partículas que los constituyen. En la misma figura se aprecia una partícula de morfología fibrosa y otras muchas de pequeño tamaño que suelen formar parte de los estratos de yeso grueso.

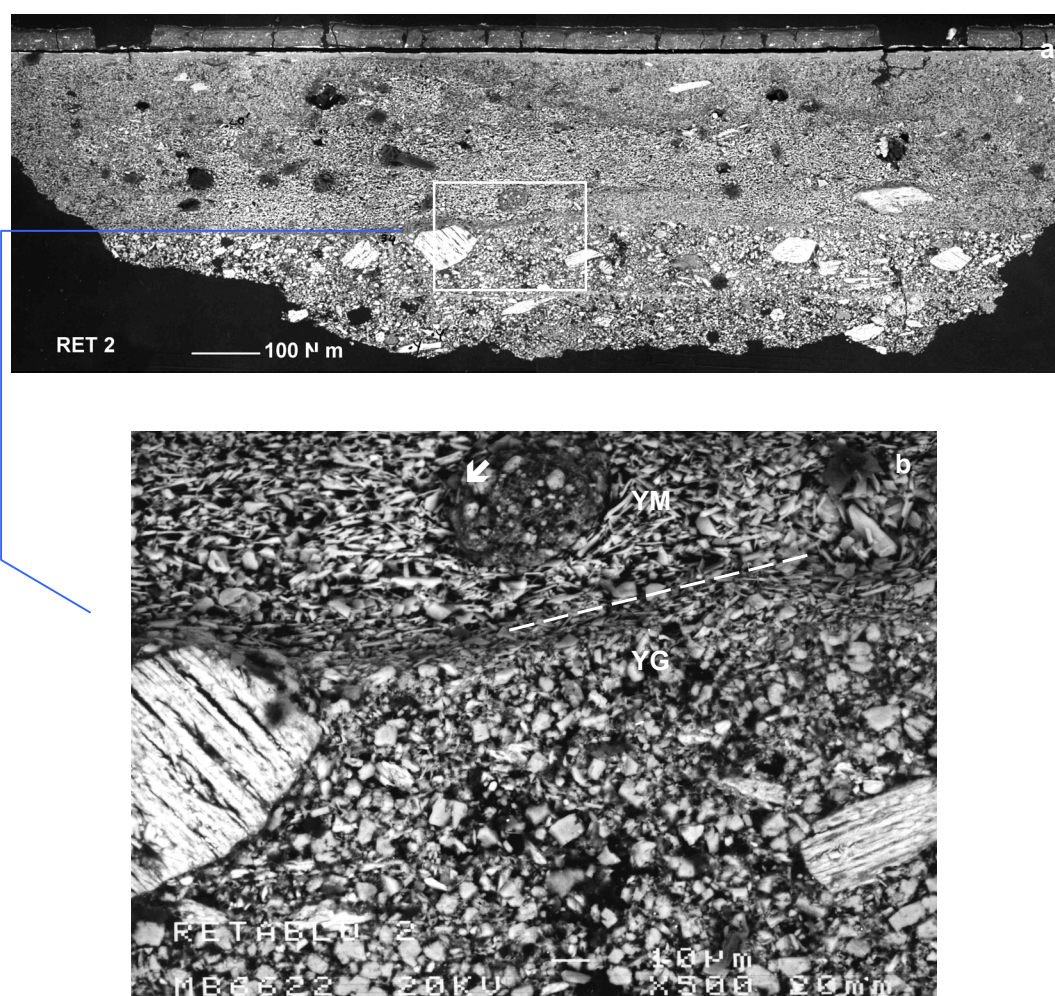


Fig. 35. Muestra (ref. RET2) tomada de la arquitectura de un retablo de la iglesia parroquial de Blacha (Ávila). Imágenes tomadas por MEB (electrones retrodispersados).

a) Imagen general. Barra: 100 μm.

b) Detalle de una zona correspondiente a la interfase entre los estratos de yeso grueso y yeso mate. Aglomerado de aluminosilicatos en el yeso mate (↙). Barra: 10 μm.

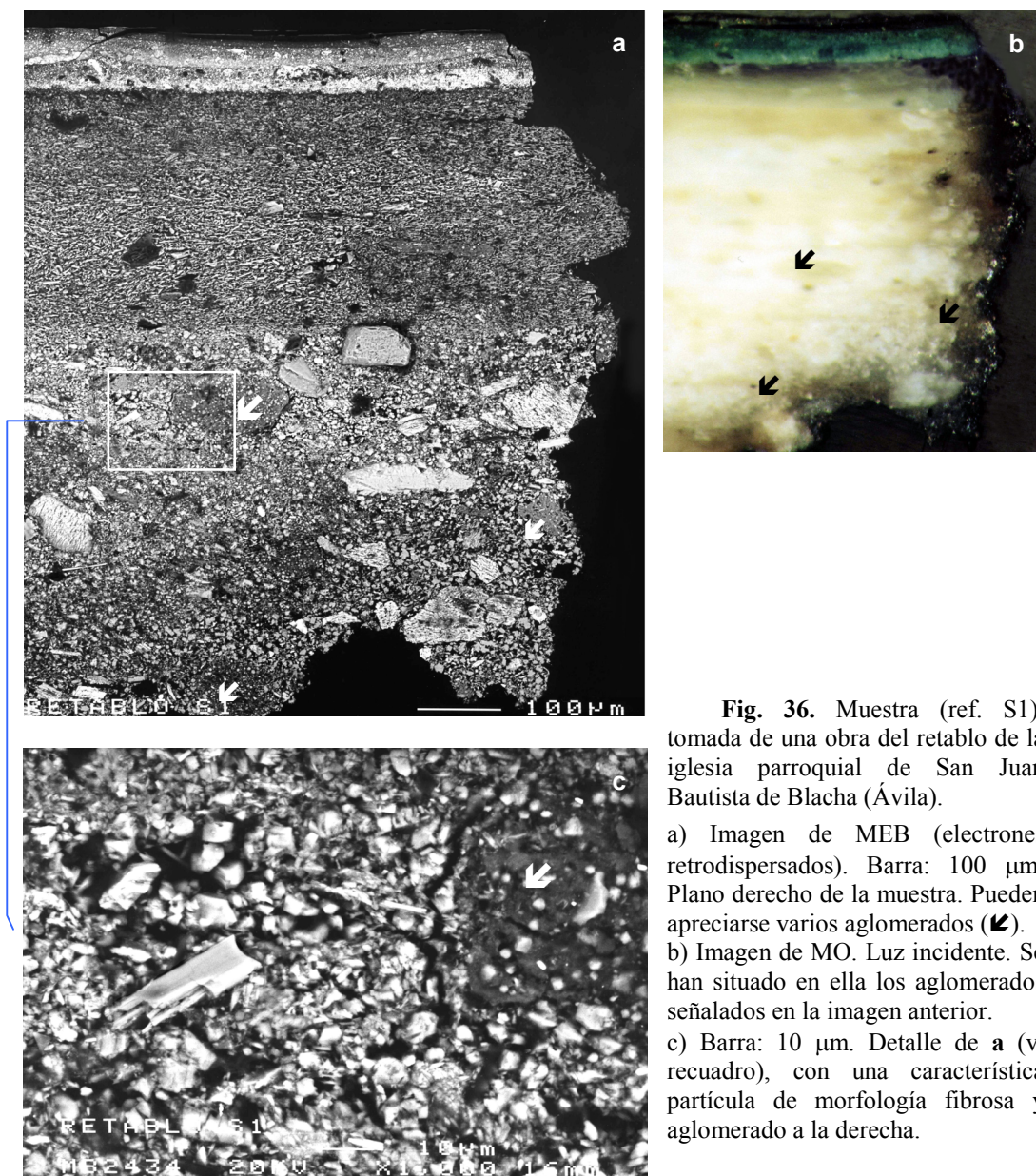


Fig. 36. Muestra (ref. S1), tomada de una obra del retablo de la iglesia parroquial de San Juan Bautista de Blacha (Ávila).

a) Imagen de MEB (electrones retrodispersados). Barra: 100 μm . Plano derecho de la muestra. Pueden apreciarse varios aglomerados (\blacktriangledown).
 b) Imagen de MO. Luz incidente. Se han situado en ella los aglomerados señalados en la imagen anterior.
 c) Barra: 10 μm . Detalle de a (v. recuadro), con una característica partícula de morfología fibrosa y aglomerado a la derecha.

La figura 37 corresponde a la muestra JST5, tomada de *Jesús apareciéndose a Santo Tomás*, perteneciente a un retablo (s. XVI) de la iglesia de San Pedro Apóstol en Mingorría (Ávila). En su observación por MO (fig. 37a) se aprecian numerosas zonas de color amarillento en la preparación, tanto en el yeso grueso como en el mate. En la imagen de este mismo plano obtenida por MEB (fig. 37b) se advierte la correspondencia de estas zonas con aglomerados del tipo de los mencionados en párrafos anteriores.

La fig. 38 muestra un detalle de la interfase entre el estrato de yeso grueso y el de yeso mate, cuya situación está destacada en la figura anterior. En esta imagen se aprecian con mayor detalle los aglomerados de aluminosilicatos, que se sitúan en ambos estratos.

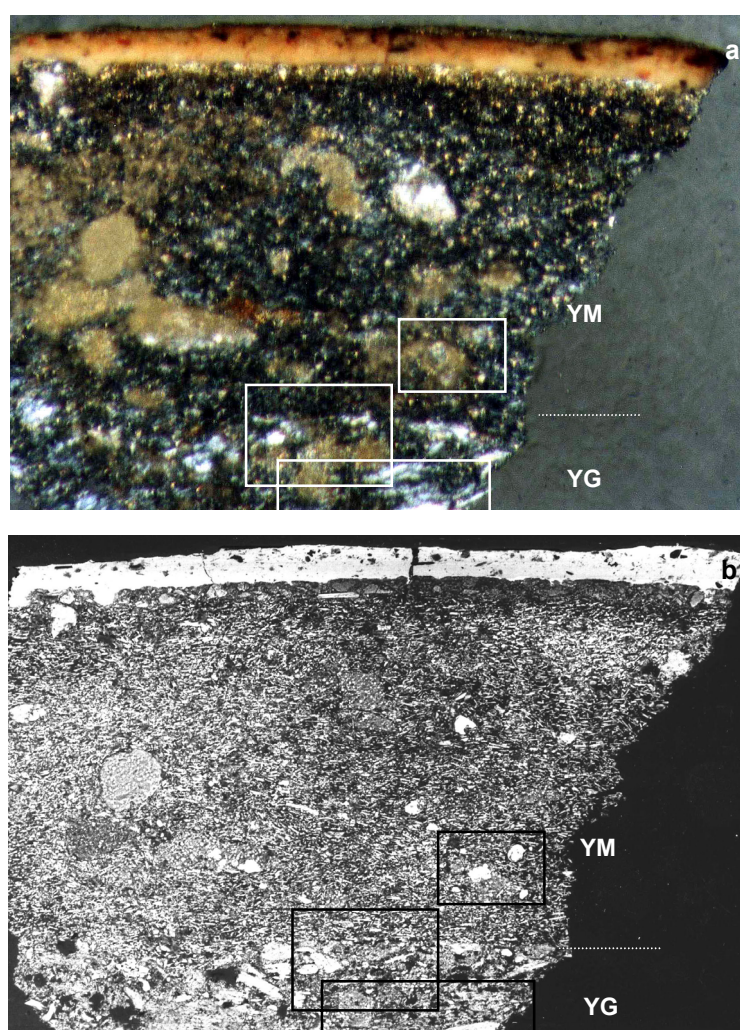


Fig. 37. *Jesús apareciéndose a santo Tomás (JST5)* (iglesia de San Pedro Apóstol, Mingorría, Ávila). Muestra en capa fina.

a) Imagen general de MO (luz incidente). Pueden apreciarse los aglomerados de color amarillento en los estratos de yeso grueso (YG) y mate (YM).

b) Imagen general de la muestra observada por MEB (electrones retrodispersados). Barra: 100 μm . Los recuadros corresponden a la situación de las imágenes siguientes.

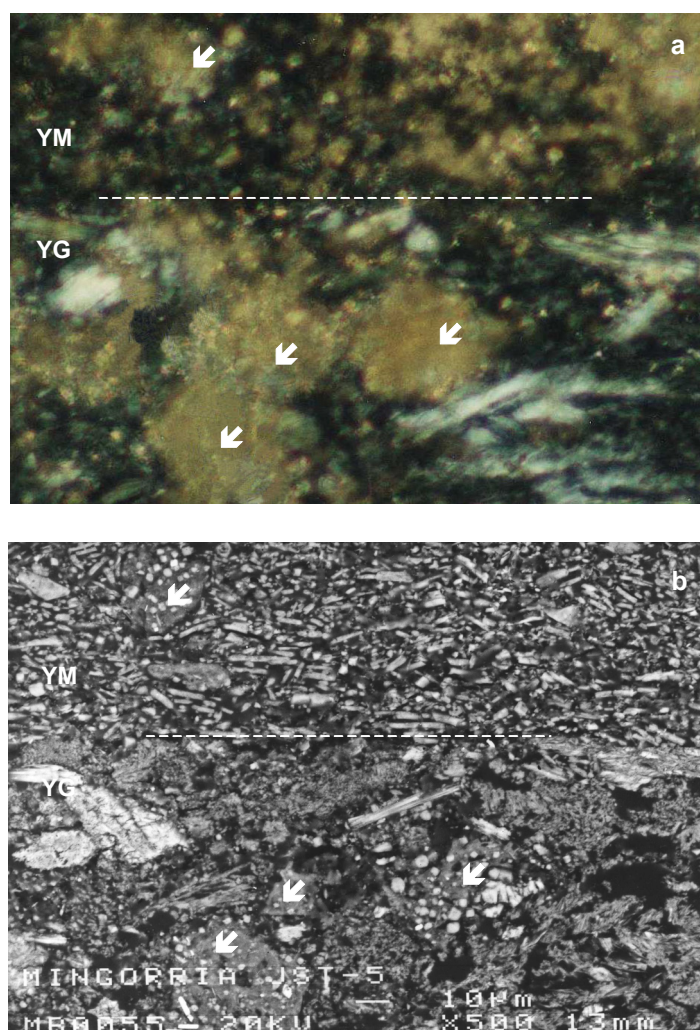


Fig. 38. *Jesús apareciéndose a santo Tomás (JST5)*, iglesia de San Pedro Apóstol, Mingorria, (Ávila).

a) Imagen de MO. Detalle de una zona de interfase de los estratos de yeso grueso (YG) y mate (YM). Su situación aparece marcada en la imagen general de MO (fig. 37a). Pueden observarse aglomerados (↙) en ambos estratos.

b) Detalle anterior observado por MEB (electrones retrodispersados, barra: 10 µm). Su situación aparece marcada en la imagen general anterior de MEB (fig. 37b). Los aglomerados de aluminosilicatos se han señalado con el símbolo ↙.

La figura 39a corresponde a un detalle del yeso grueso de esta misma muestra (JST5). Se observan aglomerados junto a partículas de sulfato de calcio de gran tamaño y morfología característica del yeso grueso. En la figura 39b se aprecia con mayor detalle uno de estos aglomerados, constituido por aluminosilicatos y dolomita. Las partículas alargadas con mayor densidad electrónica son de sulfato de estroncio (celestina). A este compuesto se hará referencia con posterioridad.

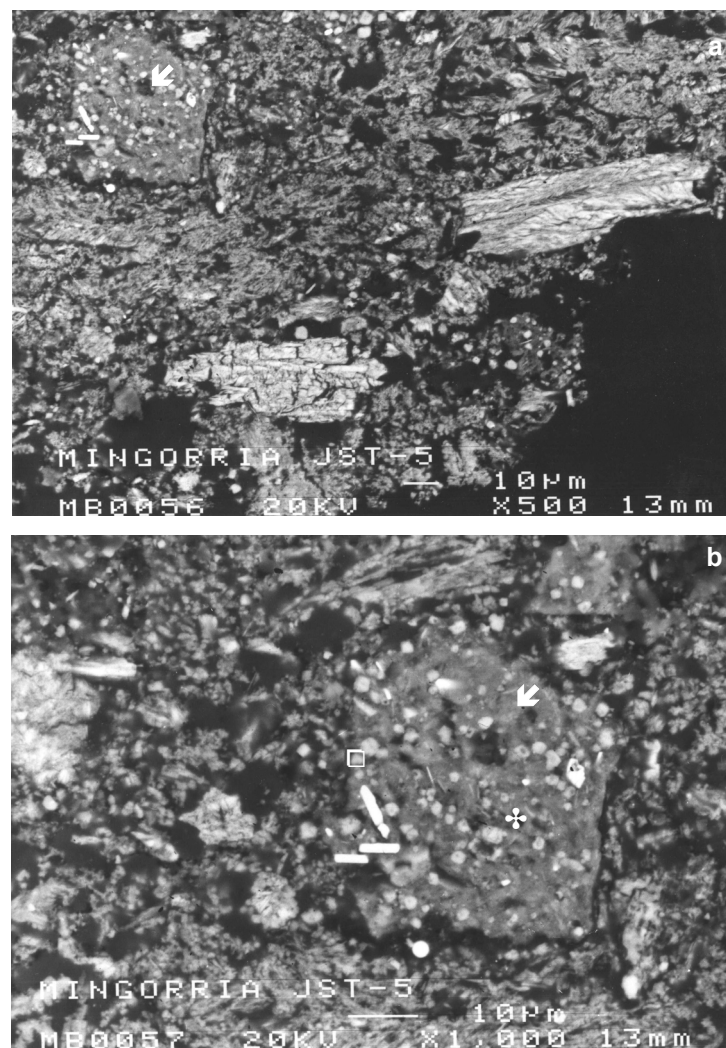


Fig. 39. *Jesús apareciéndose a santo Tomás (JST5), iglesia de San Pedro Apóstol, Mingorría, Ávila.*

a) Imagen tomada por MEB (electrones retrodispersados). Barra: 10 μm. Detalle del yeso grueso; la zona aparece indicada en la figura 37. Uno de los aglomerados está marcado con el símbolo (⚡).
b) Imagen tomada por MEB (electrones retrodispersados). Barra: 10 μm. Detalle del aglomerado anterior. Se aprecian pequeños cristales de dolomita de mayor densidad electrónica que los aluminosilicatos. Los aluminosilicatos aparecen en forma de una masa más oscura que envuelve estas partículas. Dolomita □; aluminosilicatos⚡.

La figura 40 corresponde a un detalle del yeso mate de esta misma muestra. Su situación aparece indicada en la figura 37. La imagen de la figura 40a, tomada con electrones secundarios, permite apreciar nítidamente la morfología de dos aglomerados y de los componentes que los integran. En concreto, están constituidos por aluminosilicatos, calcita y dolomita y están rodeados de partículas de yeso dihidrato y calcita.

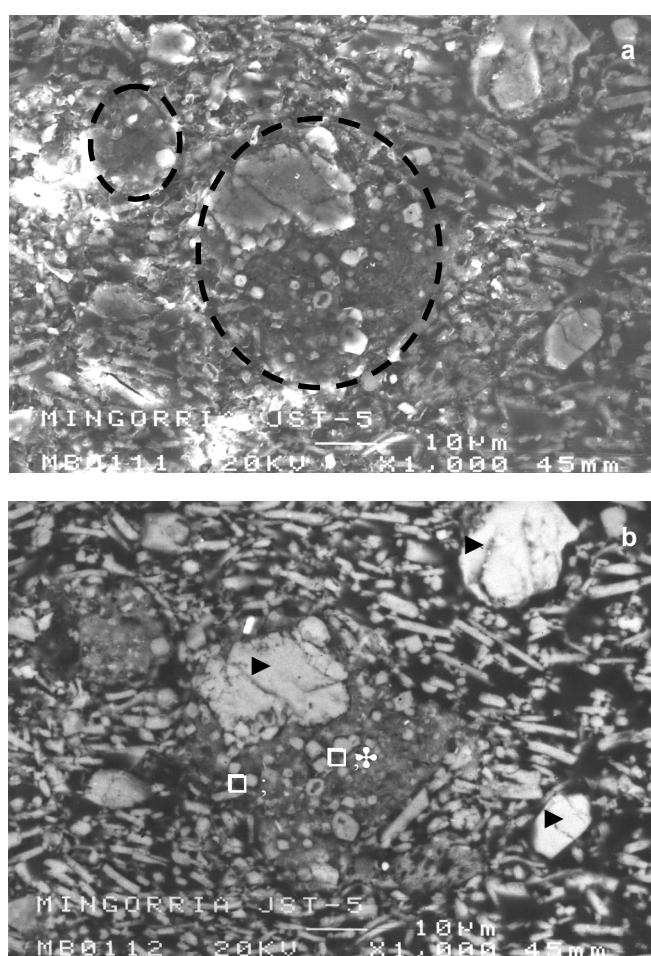


Fig. 40. *Jesús apareciéndose a santo Tomás (JST5)*, iglesia de San Pedro Apóstol, Mingorría, (Ávila).

- a) Imagen tomada por MEB (electrones secundarios). Barra: 10 µm. Detalle de aglomerados en el yeso mate. Su situación aparece marcada en la imagen general (fig. 37). Los aglomerados aparecen marcados con la línea discontinua.
- b) Detalle anterior observado por MEB (electrones retrodispersados). Barra: 10 µm. Aglomerado con calcita, dolomita y aluminosilicatos. Pueden observarse cristales prismáticos de yeso mate rodeando los dos aglomerados así como algunas partículas de calcita. Calcita ►; dolomita ◻; aluminosilicatos ✱.

La interpretación de las imágenes anteriores se ha basado en la observación de la morfología de las partículas constituyentes de los aglomerados, su densidad electrónica y los resultados de los microanálisis realizados por DEX. En la figura 40 se recogen algunos de estos resultados, que corresponden a diversas partículas observadas en el aglomerado de la figura anterior. Las especies químicas identificadas han sido: calcita (CaCO_3) (fig. 41a), dolomita [$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$] (fig. 41b) y aluminosilicatos (fig. 41c).

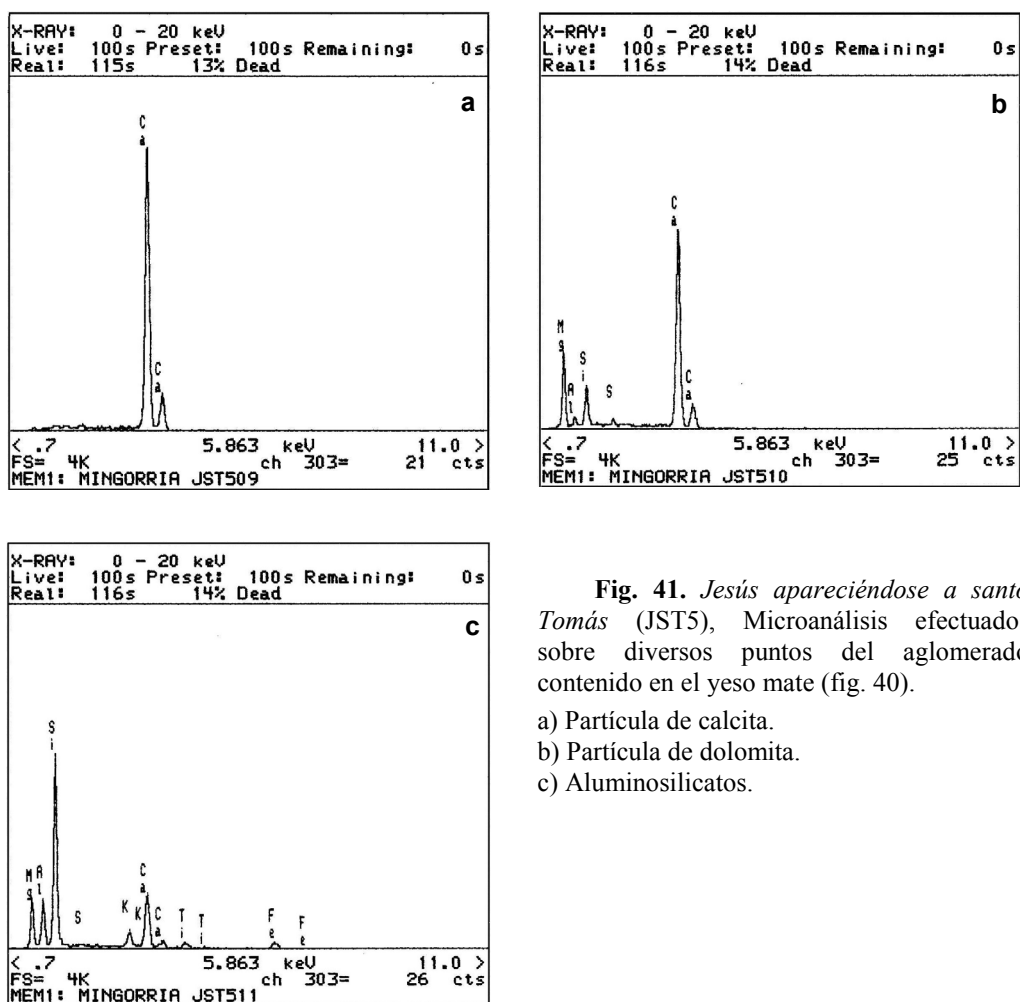


Fig. 41. *Jesús apareciéndose a santo Tomás* (JST5), Microanálisis efectuados sobre diversos puntos del aglomerado contenido en el yeso mate (fig. 40).

- a) Partícula de calcita.
- b) Partícula de dolomita.
- c) Aluminosilicatos.

Precisamente, de los múltiples microanálisis realizados sobre los aglomerados que aparecen en las capas de preparación de las muestras estudiadas se ha concluido que las especies químicas anteriormente indicadas (aluminosilicatos, calcita y dolomita) son las que habitualmente forman parte de su composición. La dolomita suele presentarse dentro de los aglomerados en forma de pequeños rombododecaedros y lo que parecen oolitas, pellets o fósiles o, simplemente, bajo la apariencia de pequeñas partículas que presentan menor densidad electrónica en su parte central.

La muestra JAP3, que corresponde a la obra *Jesús ante Pilatos* (JAP3), obra perteneciente a un retablo de la iglesia de San Pedro ad Vincula (anónimo, s. XVI), ya mencionada, presenta una preparación constituida por yeso grueso y mate. Presumiblemente, la molienda y criba del yeso grueso han sido escasas, por lo que su aspecto es muy heterogéneo y el tamaño de partícula es especialmente elevado (un gran número de ellas superan las 50µm). Algunos de los aglomerados que se observan presentan las características aludidas en el párrafo anterior, ya que están constituidos por partículas y fragmentos de partículas de dolomita que parecen restos de oolitas, microfósiles o pellets. En la figura 43 se observa la imagen de esta muestra por MO y por MEB. En la figura 43d puede observarse la imagen de un aglomerado de esta muestra. En él se aprecian las partículas de dolomita indicadas, sobre las que, además, se han realizado los correspondientes microanálisis por DEX. La fig. 42a constituye el microanálisis llevado a cabo sobre una partícula de dolomita, que responde a la morfología de un fragmento de pellet, oolita o microfósil. La figura 42b corresponde a un microanálisis de los aluminosilicatos, aunque también se refleja en él la existencia de yeso y, quizás, de dolomita.

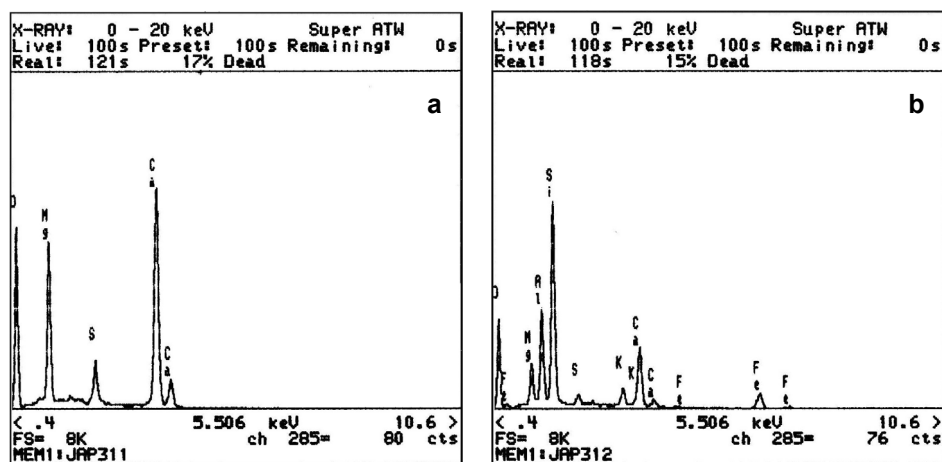
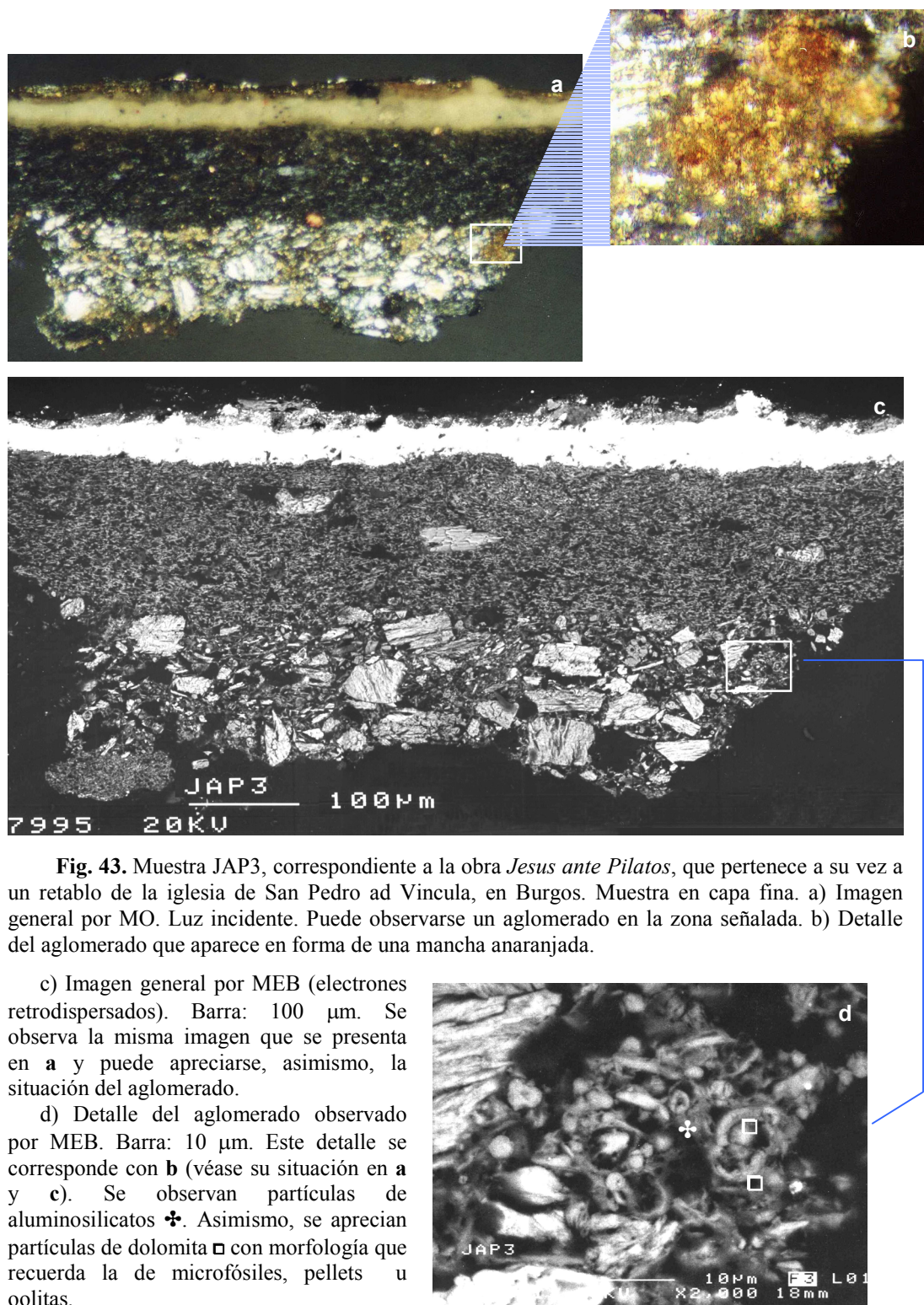


Fig. 42. *Jesús ante Pilatos* (JAP3). Microanálisis efectuados sobre diversos puntos de un aglomerado del yeso grueso mostrado en la figura 43. a) Dolomita. b) Aluminosilicatos.



También en la preparación de la muestra JE3 de la obra *San Juan Evangelista* (anónimo, s. XVI), de la parroquia de San Antonio en Morañuela (Ávila), se observa un aglomerado en el que abundan las partículas circulares o en forma de aro que, en algunos casos, están constituidas por capas concéntricas. De acuerdo a estas características morfológicas parece tratarse de pellets, oolitas o microfósiles.

En la figura 45a se observa la imagen general de esta muestra y se sitúa en ella la zona en que se encuentra el aglomerado referido. En la figura 45b puede observarse un detalle de este aglomerado en el que se aprecian las partículas mencionadas. Además de estas imágenes, se han aportado los resultados de los microanálisis realizados por DEX. La figura 44a corresponde al realizado sobre una partícula en forma de aro. En él se detectan calcio (Ca) y magnesio (Mg), elementos constitutivos de la dolomita, junto a otros elementos característicos de los aluminosilicatos: silicio (Si), aluminio (Al), hierro (Fe) y potasio (K). También puede observarse el microanálisis correspondiente a una partícula alargada, quizás una mica (fig. 44b).

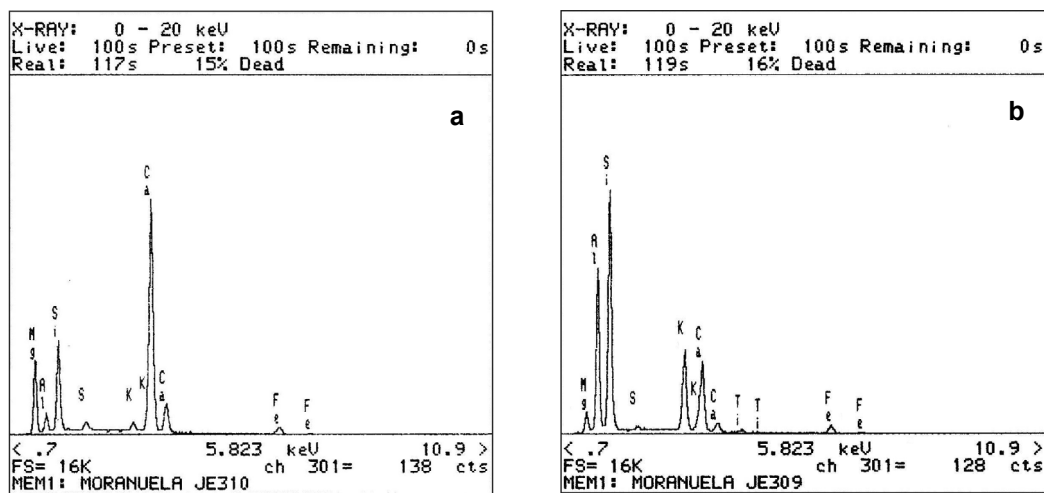


Fig. 44. Muestra JE3, correspondiente a la obra *San Juan Evangelista* (JE3), que pertenece a su vez a un retablo de la iglesia de San Antonio, en Morañuela (Ávila).

- a) Microanálisis por DEX efectuado en la partícula en forma de aro de dolomita indicada como □. El microanálisis detecta además la masa de aluminosilicatos que envuelve estas partículas.
b) Microanálisis por DEX efectuado en la partícula alargada. Quizás se trate de una mica.

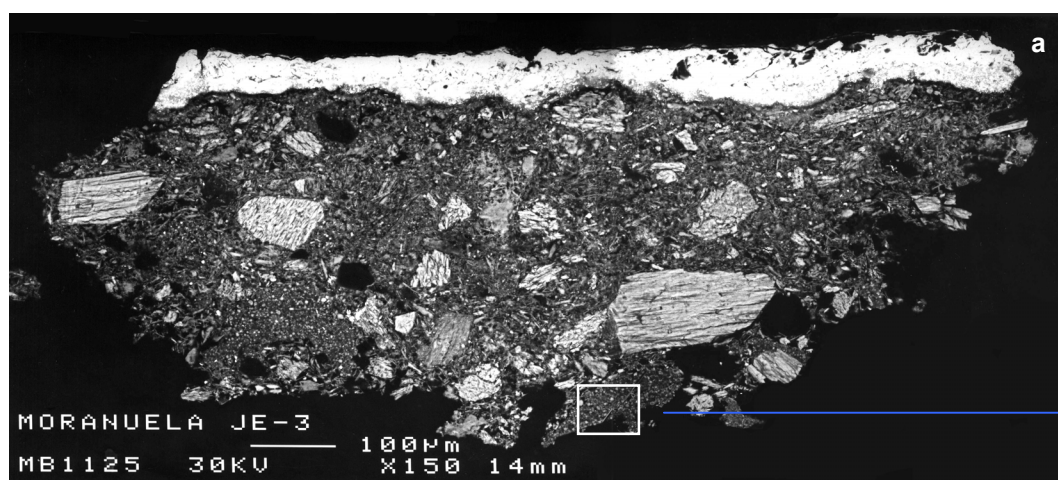
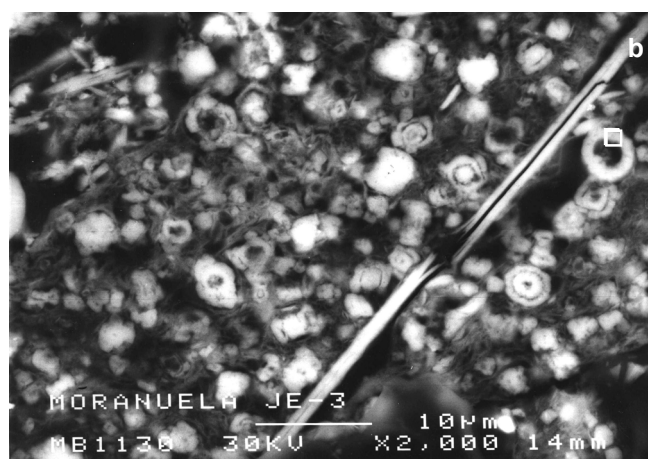


Fig. 45. Muestra JE3, correspondiente a la obra *San Juan Evangelista* (JE3), que pertenece a su vez a un retablo de la iglesia de San Antonio, en Morañuela (Ávila).

- a) Imagen general tomada por MEB (electrones retrodispersados). Barra: 100 μm . Se indica la situación del aglomerado que ha sido estudiado.
- b) Observación por MEB (electrones retrodispersados) de un aglomerado situado en la parte inferior de la muestra. Barra: 10 μm . Pueden observarse los pellets, oolitas, o microfósiles.



Otro de los ejemplos que pueden ilustrar este tipo de aglomerados corresponde a la muestra NJ2, tomada de la obra *Nacimiento de Jesús*, del retablo de Mingorría, ya mencionado. En este caso, el aglomerado aparece en el yeso mate². Tanto los microanálisis de las partículas circulares como los de las partículas de aristas más o menos redondeadas o en forma de aro parecen presentar esta misma composición, es decir, dolomita [$\text{MgCa}(\text{CO}_3)_2$].

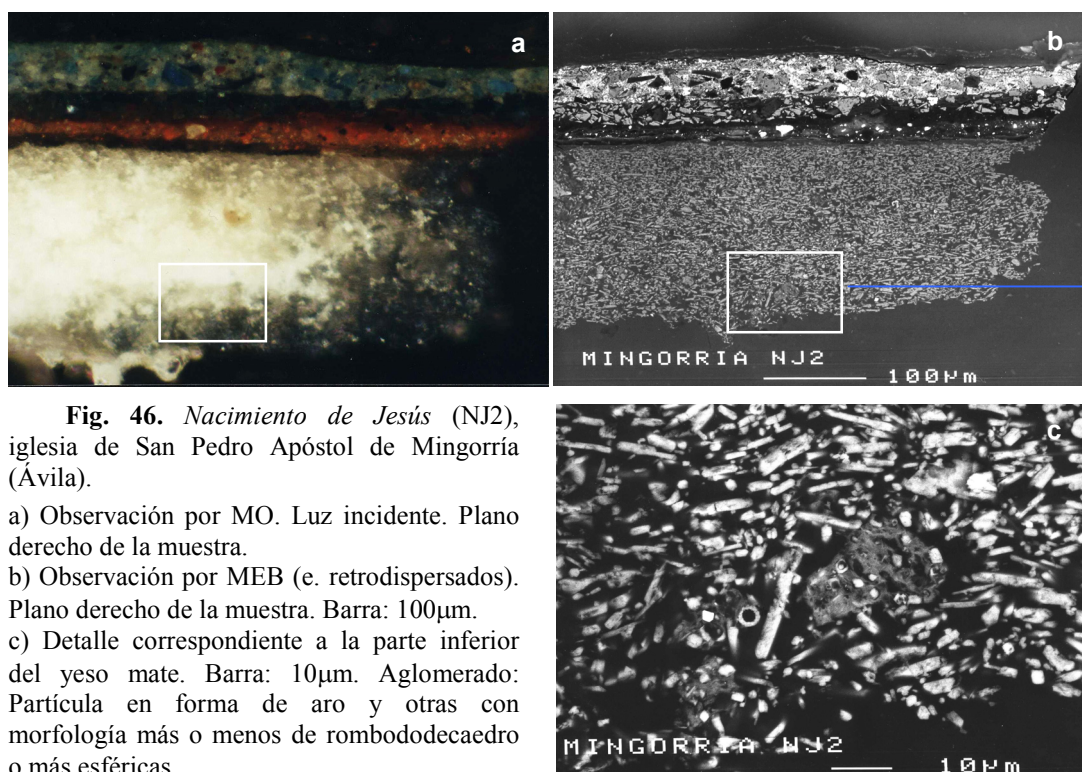


Fig. 46. *Nacimiento de Jesús* (NJ2), iglesia de San Pedro Apóstol de Mingorría (Ávila).

- a) Observación por MO. Luz incidente. Plano derecho de la muestra.
 b) Observación por MEB (e. retrodispersados). Plano derecho de la muestra. Barra: 100µm.
 c) Detalle correspondiente a la parte inferior del yeso mate. Barra: 10µm. Aglomerado: Partícula en forma de aro y otras con morfología más o menos de rombododecaedro o más esféricas.

En ocasiones
aparecen
aluminosilicatos
con morfología
acicular

En las preparaciones elaboradas a base de yeso suelen aparecer con cierta frecuencia aluminosilicatos con morfología acicular, de los que ya se ha visto un ejemplo en la muestra JE3 (fig. 45). La figura 47 corresponde a una muestra tomada de *San Juan Bautista*, obra perteneciente a un retablo (s. XVI) de la iglesia de San Bartolomé del pueblo de Tartanedo (Guadalajara). Los microanálisis realizados por DEX (fig. 48) reflejan los resultados obtenidos sobre pequeñas partículas aciculares que aparecen como minerales asociados, en este caso, del yeso grueso.

² Como se recordará, aunque la muestra carezca de yeso grueso muy probablemente la tabla presente esta capa, ya que esta circunstancia se da en otras obras pertenecientes al mismo retablo.

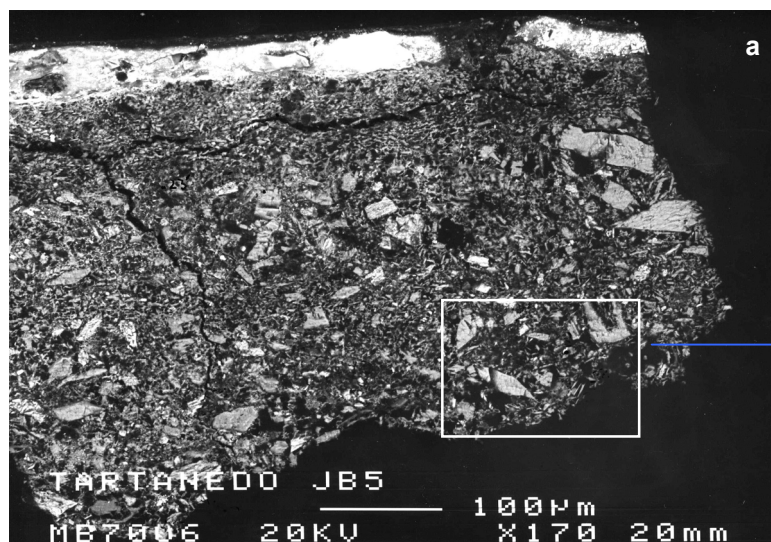


Fig. 47. *San Juan Bautista*, (TARJB5), de la iglesia de la iglesia de San Bartolomé del pueblo de Tartanedo (Guadalajara).

a) Imagen general tomada por MEB (electrones retrodispersados). Barra: 100 μm. Puede observarse la situación de la fig. b.

b) Detalle en el que se observan las partículas aciculares sobre las que se han realizado los microanálisis. La partícula identificada como ✚a se corresponde con el microanálisis a y la referenciada como ✚b se corresponde con el b.

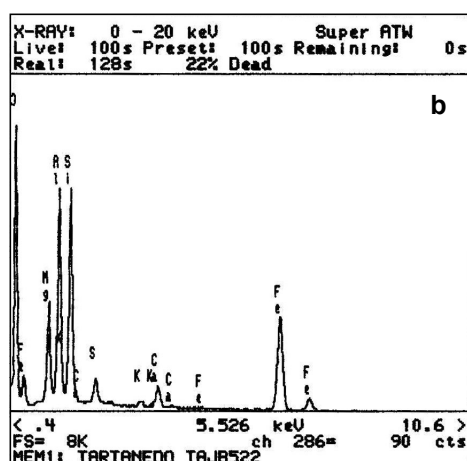
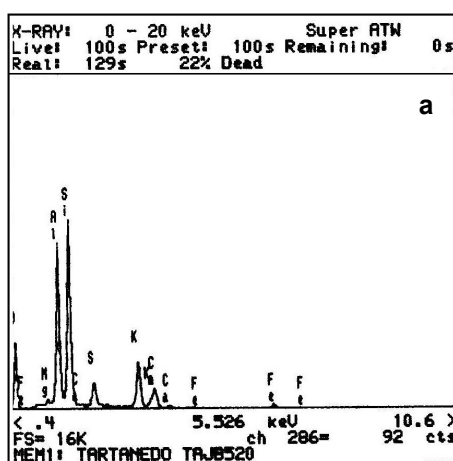
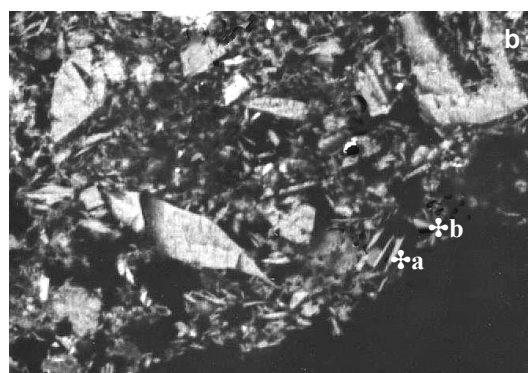


Fig. 48. *San Juan Bautista*, (TARJB5), de la iglesia de la iglesia de San Bartolomé del pueblo de Tartanedo (Guadalajara). Microanálisis efectuados sobre dos partículas aciculares ✚a y ✚b situadas en el estrato de yeso grueso (v. fig. anterior). En ambos se detectan, además de distintos aluminosilicatos, la presencia próxima de partículas de sulfato de calcio.

El sulfato de estroncio suele aparecer también como mineral asociado

Otro mineral que suele estar asociado al yeso es celestina que, químicamente, es sulfato de estroncio (SrSO_4). Su presencia suele ser minoritaria en los estratos de yeso; sin embargo, se detecta fácilmente en MEB con electrones retrodispersados, debido a que su densidad electrónica es muy superior a la del yeso, aluminosilicatos y carbonatos³. Sus partículas pueden aparecer fragmentadas, aunque es frecuente que se conserven prácticamente inalteradas y pueda apreciarse su característica morfología prismática. En la muestra SP2, tomada de la tabla *San Pedro*, perteneciente al retablo de Pasarilla ya mencionado (fig. 49), se identifica fácilmente una partícula de celestina. Esta preparación está constituida únicamente por yeso grueso.

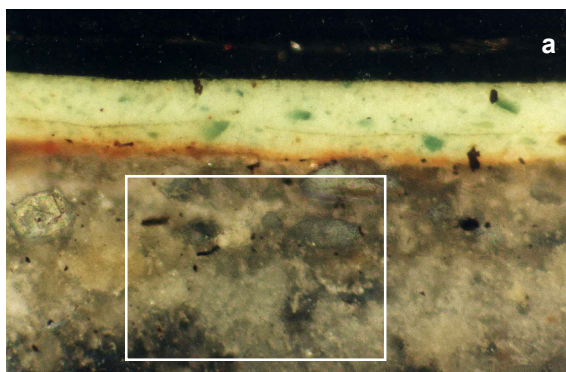
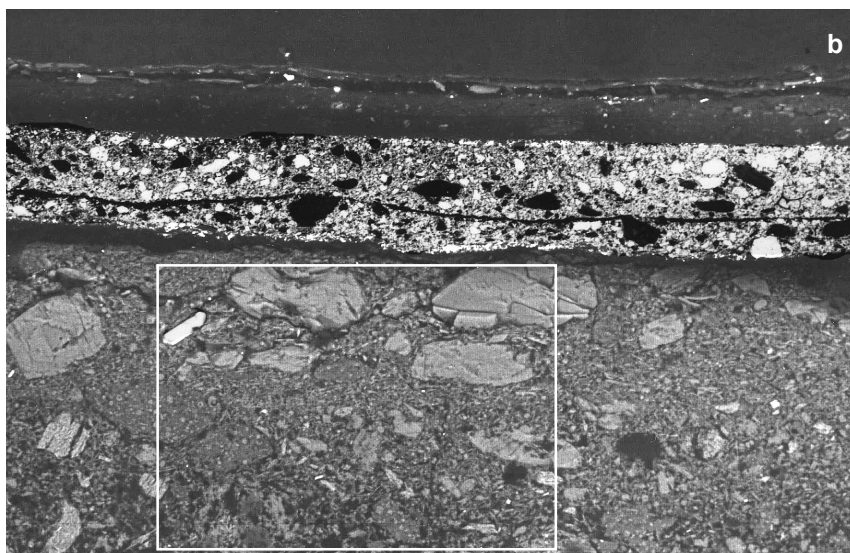


Fig. 49. *San Pedro* (SP2), iglesia de San Lorenzo en Pasarilla del Rebollar (Ávila).

a) Imagen general de MO. Luz incidente.
b) Imagen general de MEB (electrones retrodispersados). Puede observarse la partícula prismática de celestina en la preparación. Se ha señalado en **a** y **b** la localización de la zona estudiada con más detalle en la figura 50.



³ Los números atómicos de los elementos implicados en la composición de estas especies mineralógicas son Sr (Z=38), Ca (Z=20), Si (Z=14), Al (Z=13), Mg (Z=12).

La figura 50 corresponde a un detalle del yeso grueso de esta muestra (SP2), en la que junto al yeso se aprecian numerosos aglomerados de aluminosilicatos y carbonatos y un cristal prismático de celestina. El microanálisis por DEX (fig. 51) permite confirmar la naturaleza química de esta partícula.

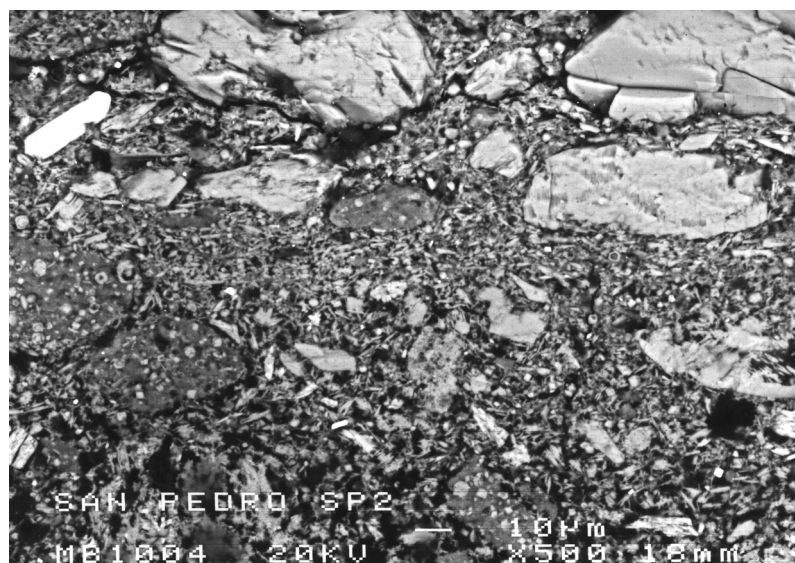


Fig. 50. *San Pedro* (SP2), iglesia de San Lorenzo en Pasarilla del Rebollar (Ávila). Imagen de MEB (electrones retrodispersados). Barra: 10μm. Partícula prismática de celestina en el yeso grueso.

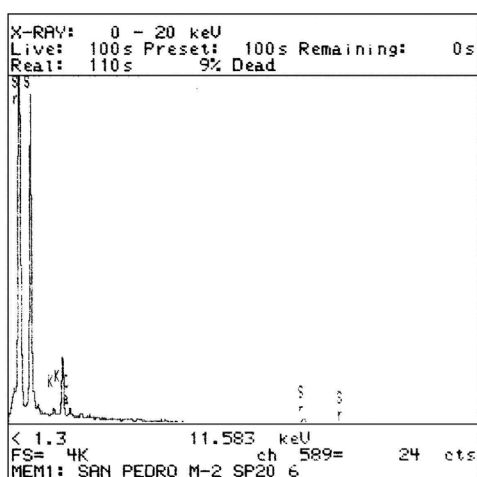


Fig. 51. *San Pedro* (SP2), iglesia de San Lorenzo en Pasarilla del Rebollar (Ávila). Microanálisis por DEX correspondiente a la partícula de celestina mostrada en la imagen anterior

Asimismo, este compuesto puede observarse en el estrato de yeso mate de la muestra RET2, correspondiente a un retablo de la iglesia parroquial de San Juan Bautista de Blacha (Ávila), ya aludido (fig. 52). En este caso, la partícula

de celestina aparece rodeada de las partículas tabulares y prismáticas de yeso mate. También puede observarse con morfología muy similar en la preparación de la muestra MORALES M1, constituida únicamente por yeso grueso y correspondiente a la *Piedad*, atribuida a Luis de Morales (fig. 53), a la que también se ha hecho referencia. Igualmente, ha podido apreciarse un aglomerado con partículas de celestina en el yeso grueso de la muestra JST5, correspondiente a *Jesús apareciéndose a santo Tomás* (figuras 39 a y 39b).



Fig. 52. Muestra RET2, tomada de una obra del retablo de la iglesia parroquial de San Juan Bautista de Blacha (Ávila). Imagen de MEB (electrones retrodispersados). Barra: 10µm. Partícula prismática de celestina entre cristales de yeso mate, tabulares y prismáticos (anteriormente se han aportado imágenes generales de la muestra).

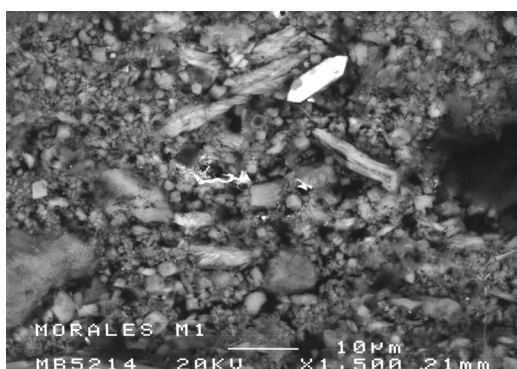


Fig. 53. La *Piedad*, atribuida a Luis de Morales. Imagen de MEB (electrones retrodispersados). Barra: 10µ. Partícula prismática de celestina en el yeso grueso. (anteriormente se han aportado imágenes generales de la muestra).

Como se ha indicado en el capítulo II y se ha ido constatando a lo largo de este apartado, debido a su origen natural, el yeso, aunque se haya cribado, suele aparecer mezclado con diversos minerales. Los más frecuentes son: calcita (CaCO_3), dolomita ($\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$), arcillas, limonita ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n \text{H}_2\text{O}$), sales marinas como la sal gema (NaCl) y anhidrita (CaSO_4). Con el fin de determinar la naturaleza de los componentes mayoritarios y minoritarios constitutivos de los estratos de preparación integrados por yeso se ha empleado, además de la microscopía óptica y de barrido, el microanálisis por DEX, del que ya se han visto algunos ejemplos.

Como ha podido comprobarse en párrafos anteriores, los microanálisis realizados en numerosas partículas individuales han permitido establecer la

naturaleza de algunos de los minerales asociados del yeso, revelando la presencia de dolomita, silicatos y aluminosilicatos (feldespatos, micas), calcita y otros sulfatos (SrSO_4).

A continuación se aportan los resultados de diversos microanálisis que reflejan la existencia de otros compuestos menos abundantes que los mostrados hasta el momento. Así, se ha hallado óxido de hierro (fig. 54), pirita (FeS_2) (fig. 55) y, posiblemente, dióxido de titanio (TiO_2) (fig. 56). Asimismo, los microanálisis reflejan con cierta frecuencia la presencia de titanio (Ti), quizás como dióxido de titanio (TiO_2) y de bario (Ba), quizás como barita (BaSO_4) en los microanálisis efectuados sobre partículas de celestina (figs. 58-60). El titanio suele aparecer también habitualmente en análisis efectuados sobre aluminosilicatos (fig. 61). Asimismo, no resulta extraño detectar partículas de cuarzo (SiO_2) (fig. 62). Menos frecuente resulta la presencia de compuestos de fósforo (fig. 63) así como de cloro (fig. 61), cobre (fig. 58) y magnesita (fig. 64).

*Otros compuestos
detectados en las
preparaciones a
base de yeso*

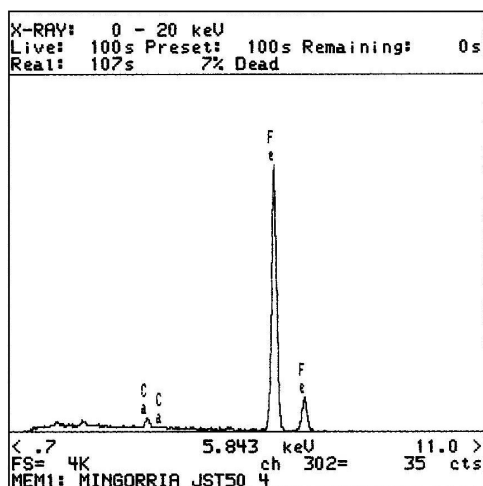


Fig. 54. *Jesús apareciéndose a santo Tomás* (JST5), iglesia de San Pedro Apóstol, Mingorria, Ávila. Microanálisis correspondiente a una pequeña partícula de óxido de hierro situada en el yeso grueso.

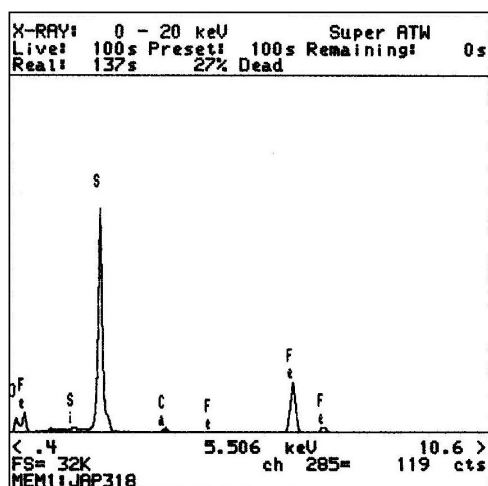


Fig. 55. *Jesus ante Pilatos* (JAP3), de un retablo de la iglesia de San Pedro ad Vincula, en Burgos. Microanálisis correspondiente a una partícula de pirita (FeS_2) situada en el yeso grueso.

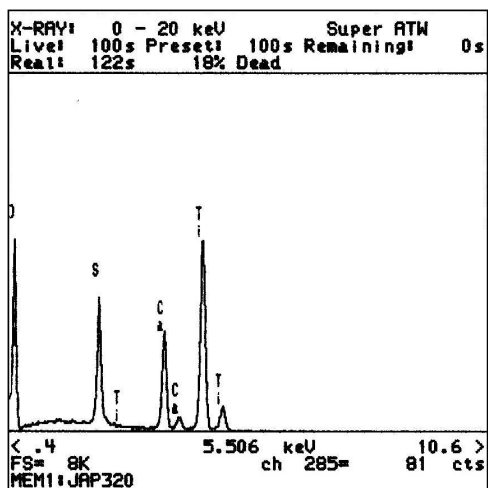


Fig. 56. *Jesus ante Pilatos* (JAP3), de un retablo de la iglesia de San Pedro ad Vincula, en Burgos. Microanálisis realizado sobre una partícula situada en el estrato de yeso mate. Posiblemente se trate de dióxido de titanio (TiO_2). Se detectan las partículas de sulfato de calcio que la rodean.

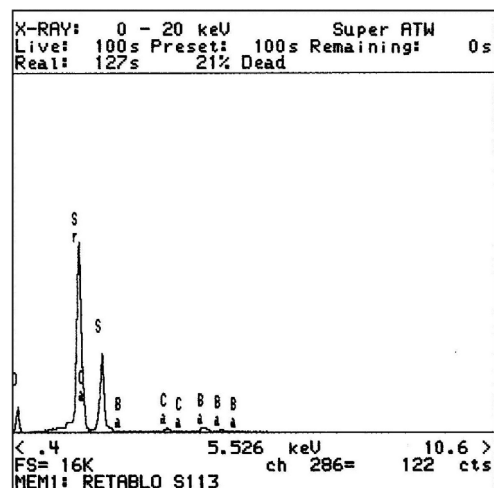


Fig. 57. Muestra S1, tomada de una obra del retablo de Blacha (Ávila). Microanálisis efectuado sobre una partícula de celestina situada en el estrato de yeso grueso. Como puede observarse, es probable también la presencia de una pequeña cantidad de barita (BaSO_4).

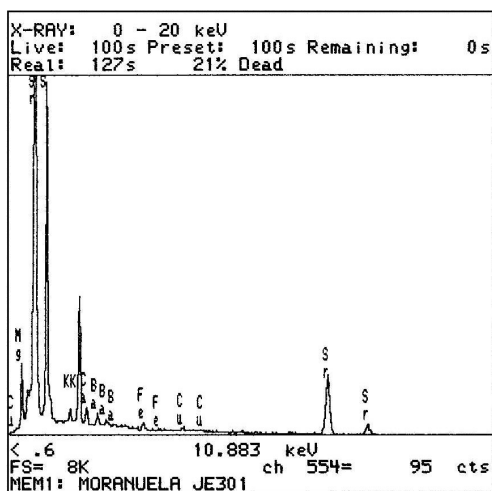


Fig. 58. *San Juan Evangelista* (JE3), del retablo de la iglesia de San Antonio, en Morañuela (Ávila). Microanálisis efectuado en una partícula de celestina situada en el yeso grueso. Nótese la presencia de compuestos de bario y cobre, además de la de celestina.

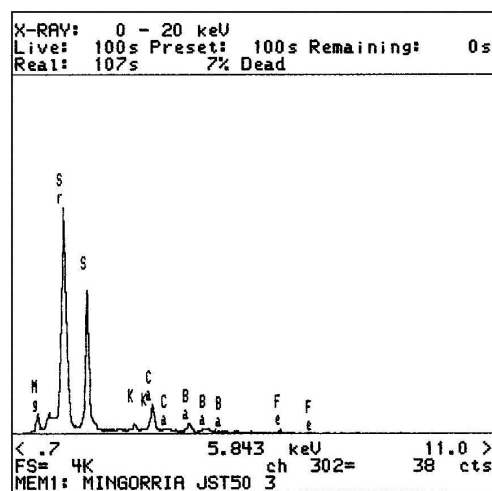


Fig. 59. *Jesús apareciéndose a santo Tomás* (JST5), iglesia de San Pedro Apóstol, Mingorría, Ávila. Como ha podido apreciarse, ninguno de los tres últimos microanálisis aportados son idénticos.

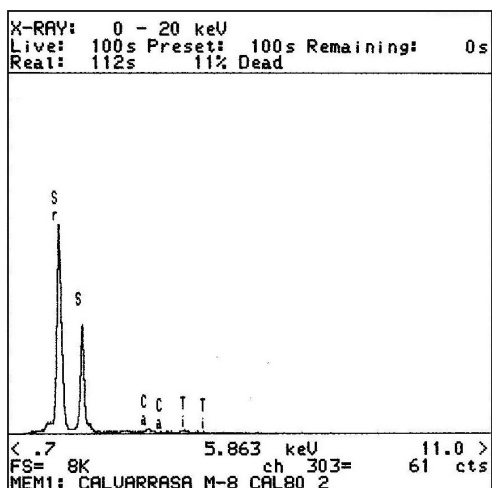


Fig. 60. *Resurrección de Cristo* (CAL8), iglesia de San Pedro (Calvarrasa de Abajo). Microanálisis efectuado en una partícula de celestina situada en el yeso grueso. Nótese la presencia del pico de titanio.

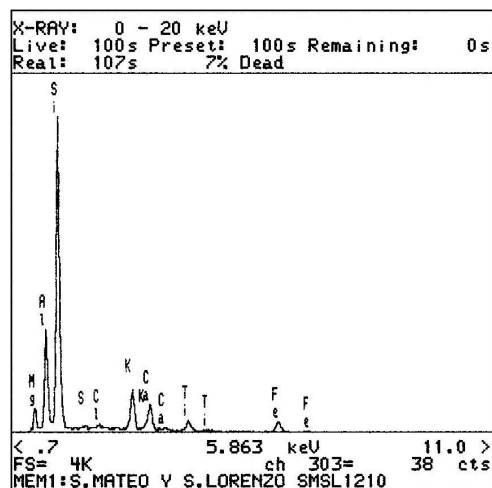


Fig. 61. *San Mateo y San Lorenzo*, Catedral de Cuenca, (SMSL12). Microanálisis efectuado en una partícula situada en el yeso grueso. Nótese la presencia del pico de titanio así como el de cloro.

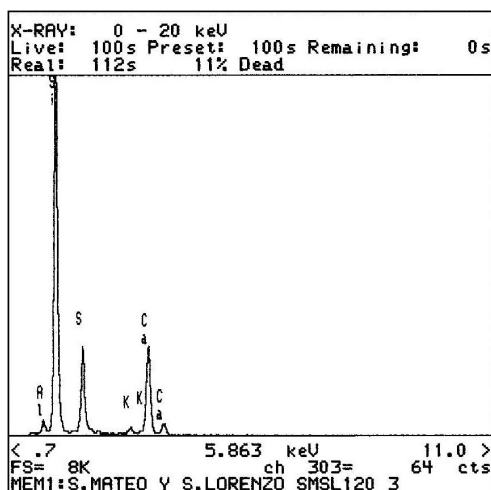


Fig. 62. *San Mateo y San Lorenzo*, Catedral de Cuenca, (SMSL12) Microanálisis efectuado en una partícula de cuarzo situada en el yeso grueso. El microanálisis detecta, asimismo, la presencia próxima de partículas de sulfato de calcio.

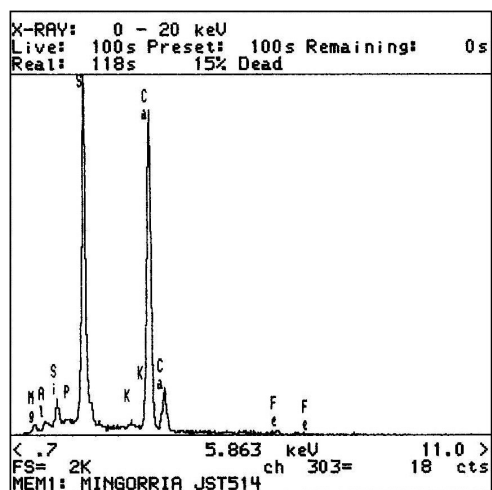


Fig. 63. *Jesús apareciéndose a santo Tomás* (JST5), iglesia de San Pedro Apóstol, Mingorría, Ávila. Microanálisis de zona (50X μm aproximadamente) efectuado en el yeso mate. Se detecta la presencia de fósforo.

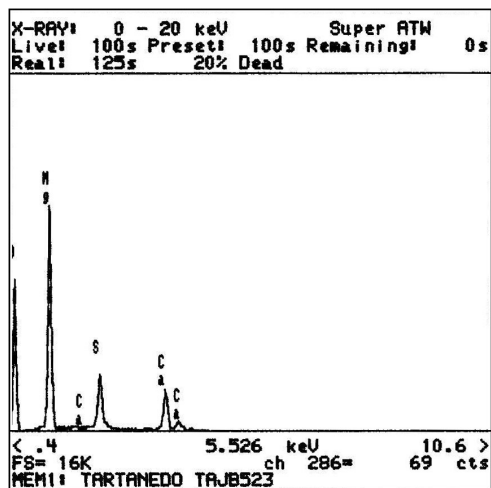


Fig. 64. *San Juan Bautista*, de la iglesia de San Bartolomé en Tartanedo, en Guadalajara. Microanálisis efectuado en una partícula situada en el yeso grueso, posiblemente de magnesita (MgCO_3). El microanálisis detecta, asimismo, la presencia próxima de partículas de sulfato de calcio.

Igualmente es poco habitual la aparición de ciertas impurezas, que pueden ser atribuidas, como algunas mencionadas anteriormente, tanto al origen natural del yeso como a otros factores, entre los que se encuentra la manipulación del yeso por parte de los operarios dedicados a elaborarlo o a aplicarlo a modo de preparación o, a la manipulación de la obra e incluso de la muestra. A modo de ejemplo, el origen del

plomo detectado en algunas muestras puede presentar ciertas dudas en torno la intencionalidad de su mezcla, aunque puede deberse al interés en incrementar la blancura de la preparación.

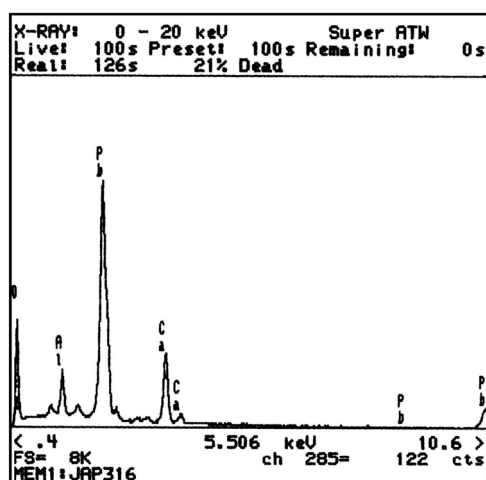


Fig. 65. *Jesús ante Pilatos* (JAP3), de un retablo de la iglesia de San Pedro ad Vincula, en Burgos. El microanálisis, realizado sobre una partícula situada en el estrato de yeso grueso, detecta también la presencia de sulfato de calcio.

V. 2.1.4. Pureza del sulfato de calcio

Como ha podido comprobarse, los análisis puntuales han detectado en los estratos de preparación, además de azufre (S) y calcio (Ca), otros elementos que aparecen en proporciones mucho menos importantes; dentro de éstos se pueden destacar: magnesio (Mg), silicio (Si), aluminio (Al), potasio (K), sodio, cloro (Cl), fósforo (P), hierro (Fe), titanio (Ti), estroncio (Sr), bario (Ba), cobre (Cu) y plomo (Pb)⁴.

Como complemento a este tipo de análisis puntual, se han realizado otros de tipo cuantitativo. Estos últimos han permitido determinar la pureza de yeso y el porcentaje de los minerales asociados. La pureza se refiere al contenido en sulfato de calcio (CaSO₄), tanto a la forma anhidra como al dihidrato.

⁴ V. Kocman aporta también los elementos que suelen detectarse en el yeso, además de azufre y calcio. KOCMAN, V.: "Rapid multielement analysis of gypsum and gypsum products by X-ray fluorescence spectroscopy", *The chemistry and technology of gypsum*, ASTM Committee C-11 on Gypsum and Related Building Materials and Systems, Atlanta, 14-15 abril 1983, 72-104.

En la siguiente tabla se aportan los resultados obtenidos mediante el análisis cuantitativo llevado a cabo en diversas zonas del yeso grueso y del yeso mate para las obras estudiadas.

Tabla IV. Pureza del yeso

	Escuela	Estrato	CaSO ₄	CaSO ₄ (valor medio)	MgCa(CO ₃) ₂	CaCO ₃	Otros Minerales	
Ávila	SP2	SP214-YG*	70.46	71.25	13.43	--	16.11	
		SP215-YG	74.33		9.57	--	16.1	
		SP216-YG	68.97		14.81	--	16.22	
	SL1	SL120-YG	83.85	81.92	7.91	--	8.24	
		SL121-YG	71.57		18.21	--	10.22	
		SL122-YG	90.35		3.68	--	5.97	
		SL123-YM	93.24	91.58	2.48	--	4.28	
		SL124-YM	91.67		3.13	--	5.2	
		SL125-YM	89.84		2.34	--	7.82	
	NJ2	NJ201-YM	73.70	71.006	0.41	--	--	
		NJ202-YM	73.19		1.05	--	--	
		NJ203-YM	74.93		--	--	--	
		NJ204-YM	64.51		12.7	--	--	
		NJ205-YM	68.70		9.81	0.05	--	
	JST5	JST530-YG	65.36	65.36	12.97	--	11.23	
		JST513-YM	92.82	86.23	3.86	--	3.32	
		JST514-YM	84.91		7.41	--	7.68	
		JST515-YM	91.97		4.05	--	3.98	
		JST531-YM	75.78		11.41	--	12.81	
		JST532-YM	88.23		5.43	--	6.34	
		JST533-YM	83.68		11.87	--	4.45	
		AM5	AM506-YG	76.88	81.49	13.94	--	9.18
	AM521-YG		86.11	4.65		--	9.24	
	AM510-YM		87.84	85.14		7.36	--	4.8
	AM520-YM		82.45	8.56		--	8.99	
	NV7	NV707-YG	62.73	62.73	21.62	--	15.65	
		NV714-YM	73.06	67.27	18.35	--	8.59	
		NV718-YM	63.58		23.18	--	13.24	
		NV719-YM	65.19		21.39	--	13.42	
	NV8	NV811-YG	78.75	71.23	19.55	--	1.7	
		NV812-YG	68.89		19.55	--	11.56	
		NV813-YG	66.05		21.90	--	12.05	
		NV814-YM	84.83	89.12	7.59	--	7.58	
		NV815-YM	90.74		5.66	--	3.6	
		NV816-YM	91.80		6.58	--	1.62	
	JE3	JE304-YG	85.23	84.55	1.47	7.45	5.85	
		JE305-YG	81.72		10.72	3.35	4.21	
		JE306-YG	83.61		8.28	3.3	4.81	
		JE307-YG	84.66		5.80	6.8	2.74	
		JE308-YG	87.52		6.20	2.98	3.3	
	RET2	RET201-YG	70.85	65.91	0.092	--	29.06	
		RET202-YG	69.82		1.6	--	28.58	
		RET203-YG	65.48		0.18	--	34.34	
		RET204-YG	71.57		0.18	--	28.25	

		RET205-YG	51,87		4,51	--	43,62
		RET206-YM	69,14	69,48	7,82	2,07	20,97
		RET207-YM	69,91		8,97	0,27	20,85
		RET208-YM	74,04		7,51	5,12	13,33
		RET209-YM	69,02		8,35	4,72	17,91
		RET210-YM	65,31		7,92	--	26,77
	S1	S101-YG	73,87	69,05	2,94	--	--
		S102-YG	73,65		4,8	--	--
		S103-YG	68,25		9,07	--	--
		S104-YG	62,55		1,24	--	--
		S105-YG	66,93		--	--	--
		S106-YM	68,42	68,08	8,74	9,6	--
		S107-YM	66,97		8,51	9,12	--
		S108-YM	66,72		9,27	11,67	--
		S109-YM	70,89		6,51	12,4	--
		S110-YM	67,4		10,12	7,52	--
Salamanca	CAL8	CAL801-YG	87-01	87-01	3-36	--	9-63
		CAL805-YM	92-32	87-53	1-24	--	6-44
		CAL806-YM	91-5		3-62	--	4-88
		CAL807-YM	82-55		11-55	--	5-9
		CAL808-YM	84-28		--	--	15-72
		CAL809-YM	87-01		4-65	--	8-34
Cuenca	PT7	PT701-YG	81-21	87-14	10-67	0-32	7-8
		PT702-YG	83-43		10-30	--	6-27
		PT708-YG	91-8		--	--	8-2
		PT711-YG	92-14		--	--	7-86
		PT709-YM	92-86	95-84	--	--	7-14
		PT710-YM	98-12		--	--	1-88
		PT712-YM	95-76		--	--	4-24
		PT713-YM	96-61		--	--	3-39
	ML12	ML1201-YG	78-65	81-59	--	5-16	16-19
		ML1202-YG	81-06		9-1	6-72	3-12
		ML1204-YG	83-36		--	--	16-64
		ML1205-YG	83-29		--	0-52	16-19
		ML1206-YM	90-27	90-27	--	--	9-71
Guadalajara	MOT1	MOT101-YG	82,38	80,82	3,13	--	17,62
		MOT102-YG	83,61		4,19	--	12,2
		MOT103-YG	81,23		2,37	0,22	16,18
		MOT104-YG	76,08		1,45	0,27	22,2
		MOT108-YM	70,34	70,06	1,99	0,2	27,47
		MOT109-YM	71,14		2,25	--	26,61
		MOT110-YM	69,36		2,45	0,57	27,62
		MOT111-YM	69,40		2,68	1,17	26,75
Zaragoza	SU1	SU101-YG (ei)**	75,31	75,63	--	--	24,37
		SU102-YG (ei)	73,14		--	--	26,86
		SU103-YG (ei)	78,34		0,46	--	21,2
		SU104-YG (ei)	75,74		0,96	--	23,3
		SU112-YG (em)	76,93	79,1	2,76	0,47	19,84
		SU113-YG (em)	82,89		--	--	17,11
		SU114-YG (em)	78,68		1,1	--	20,22
		SU115-YG (em)	75,87		2,85	--	21,28
		SU116-YG (em)	81,14		--	--	18,86
		SU117-YG (es)	80,85	80,98	0,96	--	18,19
		SU118-YG (es)	80,89		--	--	19,11
		SU119-YG (es)	80,17		--	--	19,83
		SU120-YG (es)	81,44		0,55	--	18,01
		SU121-YG (es)	81,55		--	--	18,45
Burgos	JAP3	JAP301-YG	88,42	90,68	11,57	--	--

		JAP302-YG	92,55		5,06	1,52	--
		JAP303-YG	91,87		5,06	1,02	--
		JAP304-YG	95,44		3,68	--	--
		JAP305-YG	85,14		17,40	--	--
		JAP306-YM	97,95	98,41	--	0,65	--
		JAP307-YM	97,65		--	1,45	--
		JAP308-YM	98,76		--	0,22	--
		JAP309-YM	98,97		--	--	--
		JAP310-YM	98,76		--	--	--
	N5	N501-YG	59,65	72,76	6,59	0,2	--
		N502-YG	68,25		5,75	1,05	--
		N503-YG	66,42		5,13	2,7	--
		N504-YG	84,46		5,29	0,85	--
		N505-YG	85,02		8,20	0,3	--
		N506-YM	87,65	86,96	--	--	--
		N507-YM	86,42		--	3,4	--
		N508-YM	88,08		--	6,35	--
		N509-YM	87,74		--	6,17	--
		N510-YM	84,93		--	5	--
Particular	MORALES M1	M101-YG (ei)	88,12	70,58	--	--	11,88
		M102- YG (ei)	61,27		33,12	--	5,61
		M105- YG (ei)	69,53		6,86	--	23,61
		M107- YG (ei)	63,41		2,39	--	34,2
		M108-YG (em)	65,71	64,52	4,37	--	29,92
		M109- YG (em)	69,27		12,67	--	20,06
		M110- YG (em)	57,36		17,64	--	25
		M111- YG (em)	65,74		18,06	--	16,2
		M113- YG (es)	60	63,58	24,23	--	15,77
		M114- YG (es)	62,12		18,89	--	18,99
		M115- YG (es)	68,63		12,44	--	18,93

* YG=Yeso grueso. YM=Yeso mate

** es= Estrato superior; em=Estrato central; ei=Estrato inferior.

Suelen existir los
mismos
minerales
asociados tanto
en el estrato de
yeso grueso
como en el de
yeso mate

Si se observan los datos anteriores, puede concluirse que suelen existir los mismos minerales asociados tanto en el estrato de yeso grueso como en el de mate, aunque este último en muchos casos sea más puro.

Por otra parte, se constata que yesos pertenecientes a tablas del mismo retablo presentan purezas distintas. Es el caso de, por un lado, el *Nacimiento de la Virgen* (NV7 y NV8) y *Jesús apareciéndose a Santo Tomás* (JST5), de un retablo de la iglesia parroquial de Mingorría y, por otro, *San Pedro* (SP2) y *Santa Lucía* (SL1), de un retablo de la iglesia de Pasarilla del Rebollar. Debe indicarse, sin embargo, que las tablas, en ambos casos, presentan entre sí facturas muy diferentes, como se ha indicado, con lo que bien pudieran pertenecer a talleres o a autores distintos, lo cual viene a ser avalado precisamente por estos análisis. Este dato ya había sido confirmado, como se recordará, a través de la observación de las preparaciones de las muestras por MEB. Es muy probable, asimismo, que la obra *Santa Lucía* sea más antigua que *San Pedro*. Podría situarse cronológicamente a fines del siglo XV.

Otra conclusión que podría extraerse de los datos mostrados en la tabla anterior es que el yeso correspondiente al marco dorado del *Nacimiento de la Virgen* (NV8) (yeso grueso y mate) es más puro que el de la tabla (NV7). En las imágenes de MEB correspondientes a ambas obras se ha observado que se trata de yesos similares en cuanto a tamaño de partícula, morfología y distribución de las partículas, aunque el de la muestra NV7 parecía contener una mayor cantidad de aglomerados que el de NV8. Los análisis por DEX confirman este dato. Es posible que en algunos casos se cuidara, mediante un cribado más intenso o cuidadoso el yeso a emplear en zonas doradas, tanto en los estratos de yeso grueso como en los de mate.

Tablas de excepcional calidad, como la *Presentación en el templo*, de Martín Gómez el Viejo, y San Mateo y San Lorenzo presentan también un yeso muy puro. Aunque ambos factores efectivamente pueden estar relacionados, se dan yesos no excesivamente puros en obras de gran belleza, como en la *Piedad*, de Luis de Morales.

Otro de los factores que pudiera tener que ver con la pureza del yeso es la época de ejecución de las obras. Puede constatarse en los datos aportados en la tabla que las obras correspondientes al siglo XV (muestras CAL 8 y MOT 1 y, quizás, SL1), presentan también yesos de cierta pureza.

CAPÍTULO VI

Reproducción de los métodos tradicionales de elaboración de yeso grueso y mate de acuerdo a los antiguos tratados.

Efectos en la composición y morfología del yeso



VI. Reproducción de los métodos tradicionales de elaboración de yeso grueso y mate de acuerdo a los antiguos tratados.

Efectos en la composición y morfología del yeso

En el capítulo IV se han expuesto, de forma detallada y de acuerdo a las indicaciones de antiguos textos, los métodos tradicionales de elaboración de los yesos grueso y mate. Teniendo en cuenta esta información, en este capítulo se ha procedido a la reproducción, a escala de laboratorio, de los métodos de elaboración de estos dos tipos de yeso. Estos materiales han sido caracterizados analítica y morfológicamente. Asimismo, se han comparado desde el punto de vista analítico y morfológico los yesos mate obtenidos con los productos comercializados actualmente bajo la denominación «yeso mate» o «yeso de dorador».

A continuación y superada esta etapa, los yesos grueso y mate previamente obtenidos han sido empleados en la aplicación de preparaciones, siguiendo en este proceso la metodología que relatan las antiguas fuentes bibliográficas.

Por último, se han tomado muestras de estas preparaciones y, a partir de sus correspondientes estratigrafías, se ha llevado a cabo el análisis morfológico de los estratos de yeso grueso y mate. Las morfologías estudiadas han sido comparadas con las observadas en las preparaciones de yeso de obra real.

Como se recordará, el yeso natural ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) se puede presentar en la naturaleza en forma de distintas variedades, entre las que se encuentran alabastro,

yeso espumoso, espejuelo o especular, bucles de yeso, yeso fibroso, etc. Entre éstas, como ya se ha indicado, los antiguos textos recomiendan generalmente el empleo de yeso especular, debido probablemente a que puede ser muy puro.

Ya se indicó en el capítulo II, si bien mucho más detalladamente, que la capacidad que presenta el yeso de rehidratarse tras haber perdido agua de cristalización es una de sus propiedades más importantes, ya que ha dado lugar a su amplio empleo en diversos ámbitos. Esta pérdida es consecuencia del calentamiento del yeso. Dependiendo de la temperatura y condiciones de tratamiento se obtienen las diversas fases. En general, puede indicarse que, para la obtención del hemihidrato ($\text{CaSO}_4 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$), variedad α , el yeso se calienta entre 100°C y 120°C ¹. La variedad β ($\text{CaSO}_4 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$) se forma mediante su calentamiento entre 120°C y 180°C . Entre 220°C y 380°C se produce anhidrita soluble (CaSO_4), también conocida como anhidrita III, que puede rehidratarse. Las anhidritas II y I (CaSO_4) se obtienen entre 380°C y 1200°C y entre 1200°C y 1350°C , respectivamente². De estas posibles fases, el sulfato de calcio hemihidrato (α y β) y las anhidritas III y II pueden transformarse nuevamente en dihidrato al ponerse en contacto con agua.

*El yeso grueso se
obtiene mediante
el calentamiento
del material*

Como se recordará, el yeso grueso se obtiene precisamente mediante el calentamiento del material. En el capítulo IV se han descrito los métodos de calentamiento del yeso, junto a los diversos hornos empleados y sus tiempos de cocción. Entre los textos aludidos se encuentra la obra *Los veintiun libros de los ingenios y de las máquinas* (s. XVI), donde se indica que el yeso podía calentarse durante 12, 18 o 24 horas³. Se utilizaban entonces hornos rudimentarios que no permitían un riguroso control de la temperatura, lo que pudo dar lugar en algunas ocasiones a la obtención de mezclas de distintas fases de yeso.

*El yeso grueso
suele estar
constituido en
parte por
anhidrita*

En el capítulo V se concluido que el yeso grueso está constituido habitualmente por anhidrita. Este material se rehidrata más lentamente que el yeso hemihidrato. Precisamente, debido a su mayor dilación al rehidratarse, existen menos posibilidades de que el yeso grueso recupere sus moléculas de agua cuando entra en contacto con la cola añadida para su aplicación. Si se diera esta última circunstancia,

¹ En el capítulo II se recogen las otras condiciones de obtención de este tipo de yeso, además de la temperatura.

² En el capítulo II se indica que los intervalos de temperatura para las diferentes fases pueden variar en unos textos y otros.

³ PSEUDO-JUANELO TURRIANO: *Los veintiun libros de los ingenios y de las máquinas*, (pról. de J. Antonio García-Diego), Colegio de Ingenieros de Caminos, canales y puertos, Madrid, Turner, 1983, vol. II, pp. 474-477.

este proceso se vería dificultado, ya que el yeso aumenta de volumen y la brocha no discurre con agilidad. Como se recordará, algunos textos, como el de Cennino Cennini, recomiendan la aplicación de este material con espátula, lo que facilitaría en gran medida su aplicación si comenzara el proceso de rehidratación. Asimismo, debe recordarse que Francisco Pacheco indica que el yeso grueso podía «crecer» cuando se le añadía cola animal para prepararlo, lo que era indicativo de que el yeso empleado era «yeso vivo». Este dato implica, del mismo modo, que al menos algunas de las partículas de yeso grueso se rehidrataban o podían rehidratarse. En cualquier caso, la velocidad de rehidratación del material también se ve reducida por el empleo de cola animal ya que, como se indicó en el capítulo II, este material constituye un retardador del proceso de fraguado.

Por otra parte, el hecho de que el yeso grueso esté constituido parcialmente por anhidrita puede deberse, simplemente, a que, con toda probabilidad, era empleado como tal el tipo de yeso producido para la construcción. Como se recordará, algunas antiguas ordenanzas indican que la piedra de yeso solía sobrecalentarse con el fin de facilitar su molienda lo que, por otra parte, repercutía en una merma de la calidad del producto.

Asimismo, el hecho de que el yeso grueso esté integrado en parte por este material quizás tenga cierta relación con que la piedra de yeso solía introducirse en los hornos en forma de terrones; en estas condiciones, los operarios debían asegurarse de que la parte interna de los fragmentos también se deshidratara, aportando para ello una temperatura elevada. Precisamente, esta circunstancia pudo, a su vez, dar lugar a la obtención de diversas fases de yeso durante el proceso de cocción.

Como ha podido comprobarse a lo largo del capítulo V, el yeso grueso presenta un tamaño de partícula y morfología heterogéneos además de, habitualmente, una menor pureza que el yeso mate. Por tanto, probablemente, el apelativo «grueso» pudo derivar del aspecto originado por estas características. En algunos casos, su apariencia pudo resultar difícil de diferenciar con respecto al yeso mate, especialmente para el operario no especialmente avezado en el tema. Sin embargo, el material no presentaba el color o finura del yeso mate, más puro y con un tamaño de partícula reducido y homogéneo y morfología regular, muy blanco, ligeramente iridiscente, y que resulta prácticamente impalpable al tacto.

El yeso mate está constituido fundamentalmente por $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ y se obtiene, tal como se ha explicado en el capítulo IV, sumergiendo en agua y en

El yeso mate está integrado mayoritariamente por sulfato de calcio dihidratado

condiciones especiales yeso previamente sometido a calentamiento. Como ya se refirió en este mismo capítulo, no se siguen exactamente los pasos que se dan en el empleo de yeso de construcción. Para utilizar este último, el yeso cocido se añade poco a poco al recipiente en que se ha dispuesto agua a la vez que se amasa el conjunto. Cuando crece y presenta una consistencia adecuada, se emplea sin excesiva demora de manera que su endurecimiento (fraguado) tiene lugar sobre la superficie donde se aplica. De esta manera se transforma nuevamente en dihidrato y presenta, por tanto, la misma composición química que el yeso de partida, es decir, el yeso natural. Sin embargo, su morfología es muy diferente. Así, el yeso fraguado está constituido por cristales de morfología acicular que se entrelazan y son responsables de la dureza que adquiere el material.

La morfología de las partículas de yeso mate difiere de la del yeso de construcción fraguado y de la del yeso natural

El yeso mate se elabora también poniendo el yeso cocido en contacto con agua. Sin embargo, en este caso, la mezcla se amasa añadiendo agua continuamente a la vez que crece hasta matarlo, es decir, hasta dejarlo sin fuerza, sin posibilidad de endurecer. Su composición química es la misma que la del de construcción fraguado y la del natural, es decir, dihidrato; únicamente difiere de éstos en la morfología de sus partículas, esencialmente tabular, prismática y acicular y en su escasa dureza y gran suavidad. Si como material de partida para la elaboración de yeso mate se empleó el tipo de material utilizado para el yeso grueso (tal como indica Cennino Cennini en su tratado⁴), hubo de utilizarse entonces hemihidrato o, fundamentalmente, anhidrita III o II, susceptibles de rehidratarse.

El yeso mate se elabora siguiendo pautas específicas

Este proceso de elaboración del yeso mate es descrito por diversos autores de manera similar, como ha podido comprobarse en el capítulo IV, donde se aportan, además, otras condiciones relacionadas con su elaboración. Algunos autores recomendaban que, una vez muerto, el yeso fuera agitado diariamente, posiblemente con el fin de favorecer el contacto del agua con el mayor número posible de partículas de yeso y, de esta manera, evitar la aparición de grumos en el yeso hidratado. Ciertos autores prescriben, además, que se añada agua al yeso periódicamente. Respecto al número de días que el yeso debe permanecer en agua, los autores difieren notoriamente, ya que algunos textos indican únicamente que se mate. Otros prescriben su permanencia durante dos o tres días, cinco días, diez días, quince días o incluso un mes.

Para ejemplificar la diferencia entre el yeso de construcción ya endurecido y el yeso mate, pueden recordarse las referencias de Francisco Pacheco (v. cap. IV) a

⁴ V. el capítulo IV.

dos tipos de yeso empleados en el ámbito artístico. A uno de ellos lo denomina «muerto, de modelos, duro», de lo que se infiere debe tratarse de un yeso al que se ha añadido agua, se ha amasado y se ha dejado endurecer, con lo que se trataría de dihidrato. Podría ser del tipo del que se emplea para reproducir objetos mediante moldes, es decir, escayola. Este material es recomendado por el autor para ser empleado como pigmento blanco en la pintura de sargas. Pacheco contrapone este yeso al «yeso de muchos días», que denomina también «mate», del que también dirá debe permanecer en agua durante diez o quince días, prescripción de la que puede provenir precisamente su descripción como «de muchos días». Según el autor, este yeso se emplea, entre otros fines, para dorar. También en este caso se trataría de un yeso dihidrato.

Como se ha indicado al comienzo de este capítulo, en él se describirán los resultados obtenidos en el proceso de reproducción de los métodos de elaboración de los yesos grueso y mate. Como material de partida, se han utilizado yeso alabastrino y especular. Ambos han sido sometidos a los tratamientos prescritos por los antiguos autores y, de esta manera, ha sido posible estudiar las características morfológicas y analíticas de los productos obtenidos.

Asimismo, ha podido diferenciarse la morfología del yeso mate con respecto a la del yeso duro aludido en párrafos anteriores.

VI. 1. Metodología

En la reproducción de los métodos de elaboración de los yesos grueso y mate se han empleado yeso especular y alabastro muy puros

El alabastro yesoso empleado como material de partida en el desarrollo de esta fase de la investigación procede de Guadalajara⁵; es una piedra blanca, blanda, compacta, translúcida y de aspecto céreo (fig. 1a). La piedra de yeso especular procede también de Guadalajara y fue extraída directamente del terreno por la autora de este estudio. Esta piedra es transparente y está constituida por láminas brillantes (fig. 1b). Como se recordará, Guadalajara se encuentra en la mitad oriental de la Península Ibérica y forma parte de la España yesífera⁶.

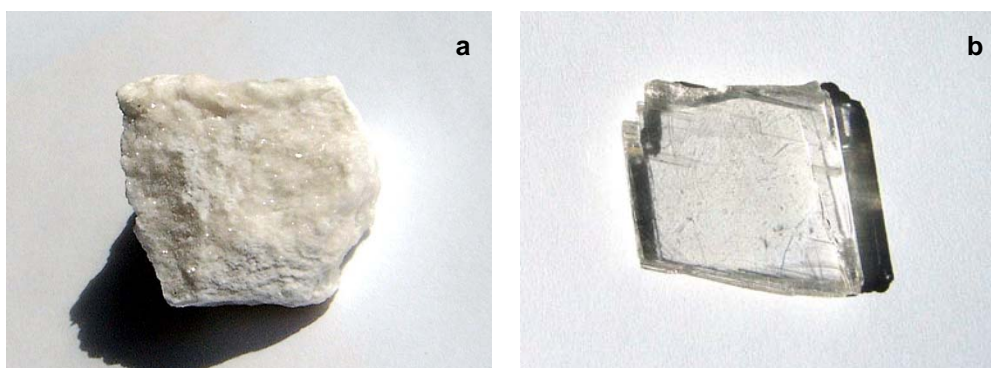


Fig. 1. Materiales de partida: a) alabastro yesoso; b) yeso especular.

En ambos casos se trata de materiales de gran pureza, tal como reflejan los microanálisis realizados por DEX (fig. 2).

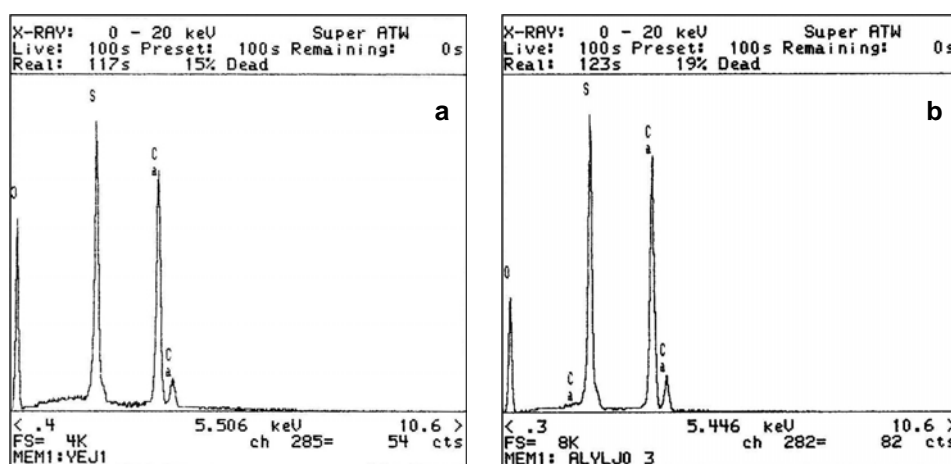


Fig. 2. Microanálisis por DEX realizados sobre a) yeso especular y b) yeso alabastro.

⁵ La autora de la tesis agradece a la empresa *Yesos y escayolas de Jadraque* el suministro del material.

⁶ En el capítulo II se aporta un mapa de la España yesífera.

Para la obtención de yeso grueso, tanto el alabastro como el yeso especular han sido sometidos a calentamiento durante 24 horas. Las diferentes temperaturas de tratamiento han sido: 110° C, 120° C, 220° C y 300° C.

Los diversos tipos de yeso grueso así obtenidos han sido apagados en agua con el fin de preparar el yeso mate⁷. Durante el desarrollo de este proceso se han tenido en cuenta las siguientes variables: temperatura de obtención del yeso grueso, tamaño de partícula del yeso grueso, cantidad de agua añadida, agitación y tiempo de permanencia en agua. Se ha estudiado la influencia de estos factores sobre las características del producto final. Igualmente, se han empleado algunos de los yesos grueso obtenidos para la obtención del yeso «de modelos» aludido por Francisco Pacheco y se ha comparado éste con el yeso mate o «de muchos días».

Las técnicas analíticas empleadas en la investigación han sido: microscopía electrónica de barrido (MEB), con el fin de estudiar las variaciones morfológicas experimentadas por el yeso a lo largo de las etapas de tratamiento, y difracción de rayos X para identificar las diferentes fases cristalinas formadas en las distintas etapas⁸.

El estudio por MEB se ha llevado a cabo con un microscopio electrónico, marca JEOL, modelo JSM 6400, con una tensión de aceleración de 20KV. Tiene una resolución de 35 Å a una distancia de trabajo de 8 mm y 35 KV.

Asimismo, el estudio por difracción de rayos X ha sido realizado en un difractómetro marca Philips modelo X'PERT con una tensión de 45kV y una intensidad de 40 mA. Utiliza dos rendijas: una de ellas presenta divergencia de 1° para la óptica primaria y la otra es una rendija anti-scatter 1° (rendija recepción 0,05 mm) para la óptica secundaria. Para eliminar la contribución de la línea K_β utiliza un monocromador curvado de Cu.

⁷ SANTOS GÓMEZ, S., SAN ANDRÉS MOYA, M. y RODRÍGUEZ MUÑOZ, A.: "Reproduction of traditional methods of preparing *gesso grosso* and *gesso sottile* described in old treatises. Effects on their composition and morphology", *2nd International Congress on Science and Technology for the Safeguard of Cultural Heritage in the Mediterranean basin*, 2 vols., París, Elsevier, 2000, vol. 1, 813-816.

⁸ Las fases cristalinas están relacionadas con el grado de hidratación.

VI. 2. Resultados

Primeramente se ha observado la morfología de los dos tipos de yeso empleados como material de partida, es decir, del alabastro yesoso y del yeso especular, con el fin de estudiar los cambios morfológicos derivados de su calentamiento.

Inicialmente, la piedra especular presenta un aspecto compacto, con exfoliación longitudinal y transversal perfectas (v. más adelante la fig. 11a). El alabastro (fig. 13) está constituido por pequeños cristales subidiomorfos de yeso, con textura similar a la del especular.

VI. 2.1. Obtención del yeso grueso

Para la obtención del yeso grueso, se ha triturado ligeramente el material. Los trozos de yeso presentan un tamaño de partícula inferior a 0,7cm aproximadamente. Como consecuencia del tratamiento térmico, ambas variedades de yeso han experimentado modificaciones en su grado de hidratación y su morfología. Las temperaturas aplicadas han sido: 110° C, 120° C, 220° C y 300° C. En la tabla 1 se aportan los resultados correspondientes a los análisis por difracción de rayos X realizados sobre los diferentes tipos de yeso obtenidos. A continuación de esta tabla pueden observarse los diferentes difractogramas de cada uno de estos materiales.

Tabla I. Análisis por difracción de rayos X

<i>Temperatura (°C)</i>	<i>ESPECULAR</i>	<i>ALABASTRO</i>
110	$\text{CaSO}_4 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O} + \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}^*$	$\text{CaSO}_4 \cdot 1/2 \text{H}_2\text{O}$
120	$\text{CaSO}_4 \cdot 1/2 \text{H}_2\text{O}$	$\text{CaSO}_4 \cdot 1/2 \text{H}_2\text{O}$
220	$\text{CaSO}_4 \cdot 1/2 \text{H}_2\text{O} + \text{CaSO}_4$	$\text{CaSO}_4 \cdot 1/2 \text{H}_2\text{O} + \text{CaSO}_4$
300	CaSO_4	CaSO_4

*El yeso dihidrato aparece en muy escasa proporción

Tabla II. Análisis por difracción de rayos X de yeso especular calentado a 110°C

Visible	Ref. Code	Score	Compound Name	Displacement [°2Th.]	Scale Factor	Chemical Formula
*	00-041-0224	60	Bassanite, syn	0.000	0.588	$\text{CaSO}_4 \cdot 0.5\text{H}_2\text{O}$
*	01-076-1746	10	Gypsum	0.000	0.108	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

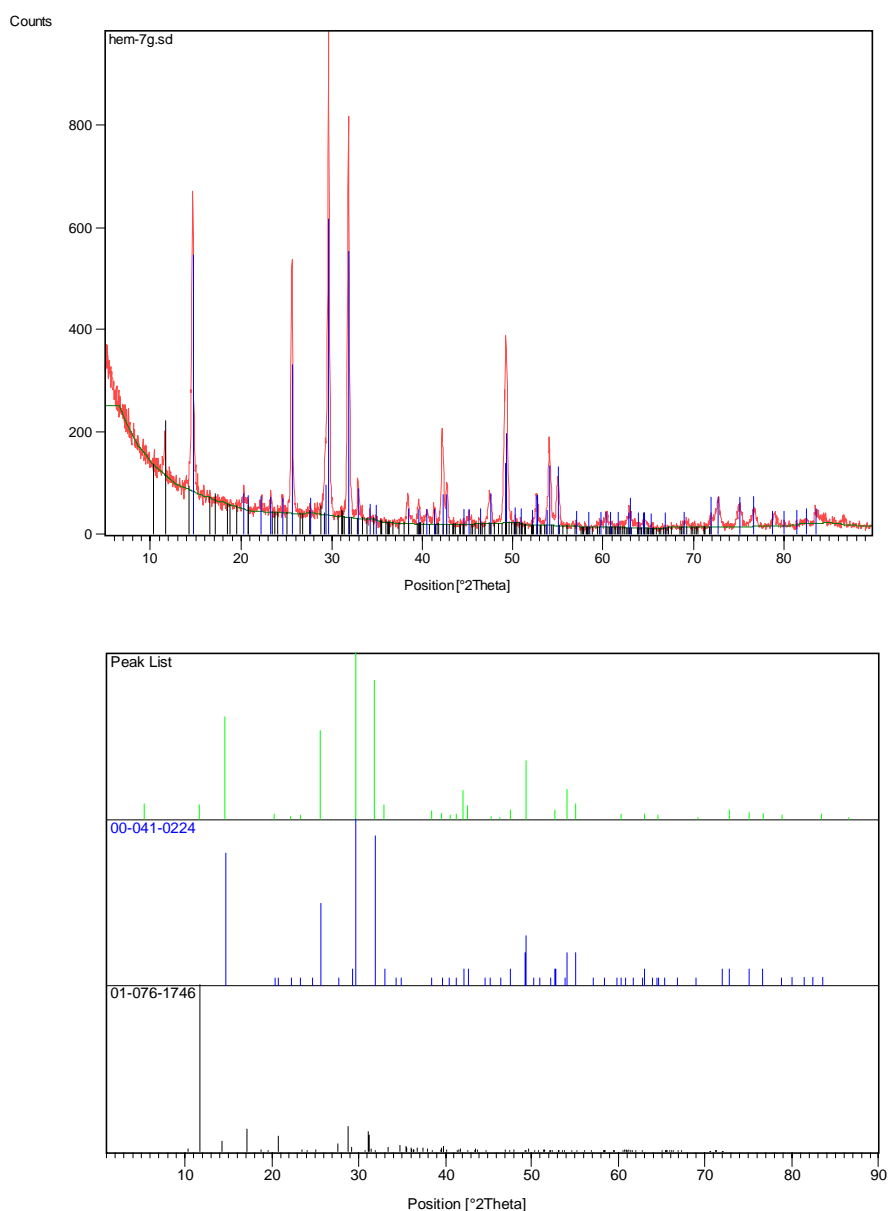
**Fig. 3.** Análisis por difracción de rayos X correspondiente al yeso especular calentado a 110°C. El material está constituido por una mezcla de yeso hemihidrato (basanita) y dihidrato.

Tabla III. Análisis por difracción de rayos X de alabastro yesoso calentado a 110°C

Visible	Ref. Code	Score	Compound Name	Displacement [°2Th.]	Scale Factor	Chemical Formula
*	00-041-0224	58	Bassanite, syn	0.000	0.299	CaSO ₄ · 0.5H ₂ O

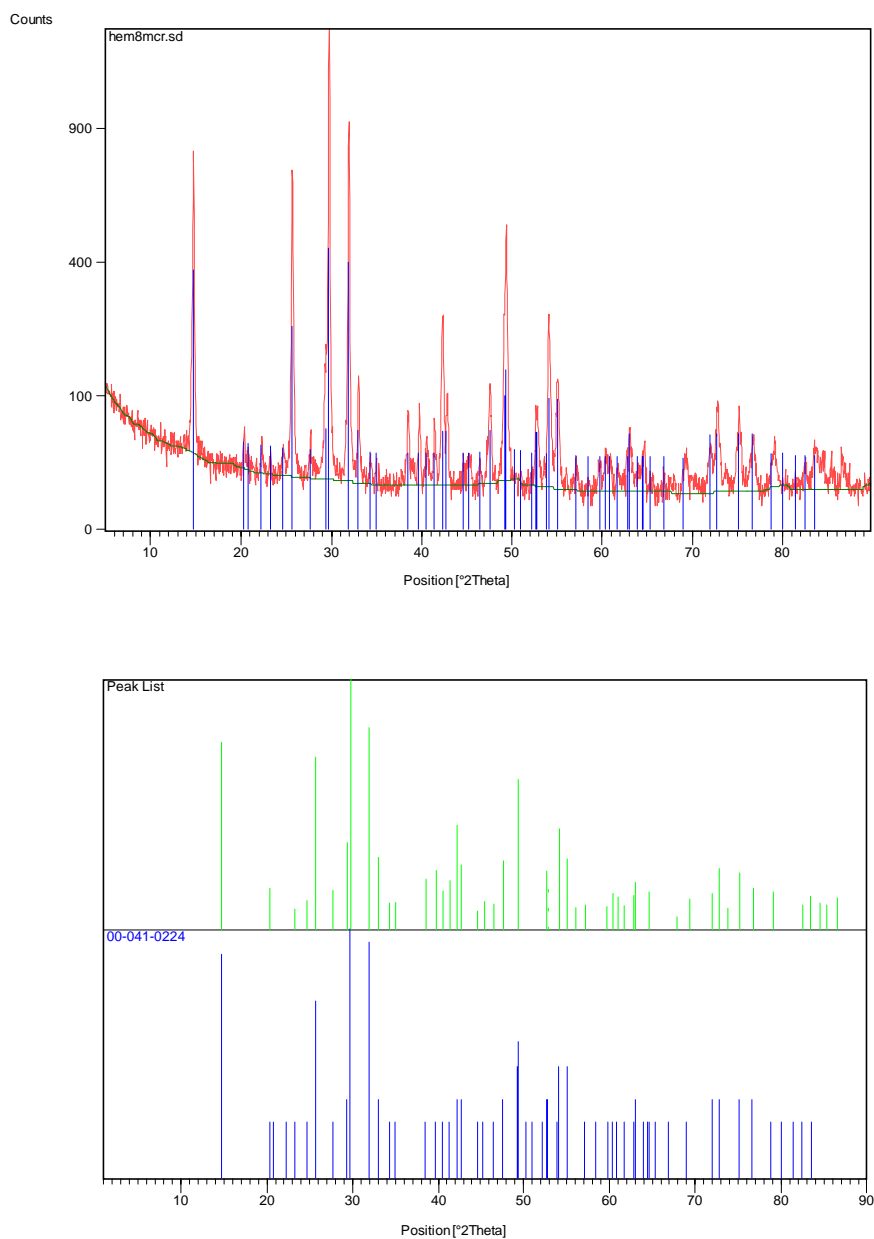
**Fig. 4.** Análisis por difracción de rayos X correspondiente al alabastro yesoso calentado a 110°C. El material está constituido por yeso hemihidrato (basanita).

Tabla IV. Análisis por difracción de rayos X de yeso especular calentado a 120°C

Visible	Ref. Code	Score	Compound Name	Displacement [°2Th.]	Scale Factor	Chemical Formula
*	00-041-0224	56	Bassanite, syn	0.000	0.299	CaSO ₄ · 0.5H ₂ O

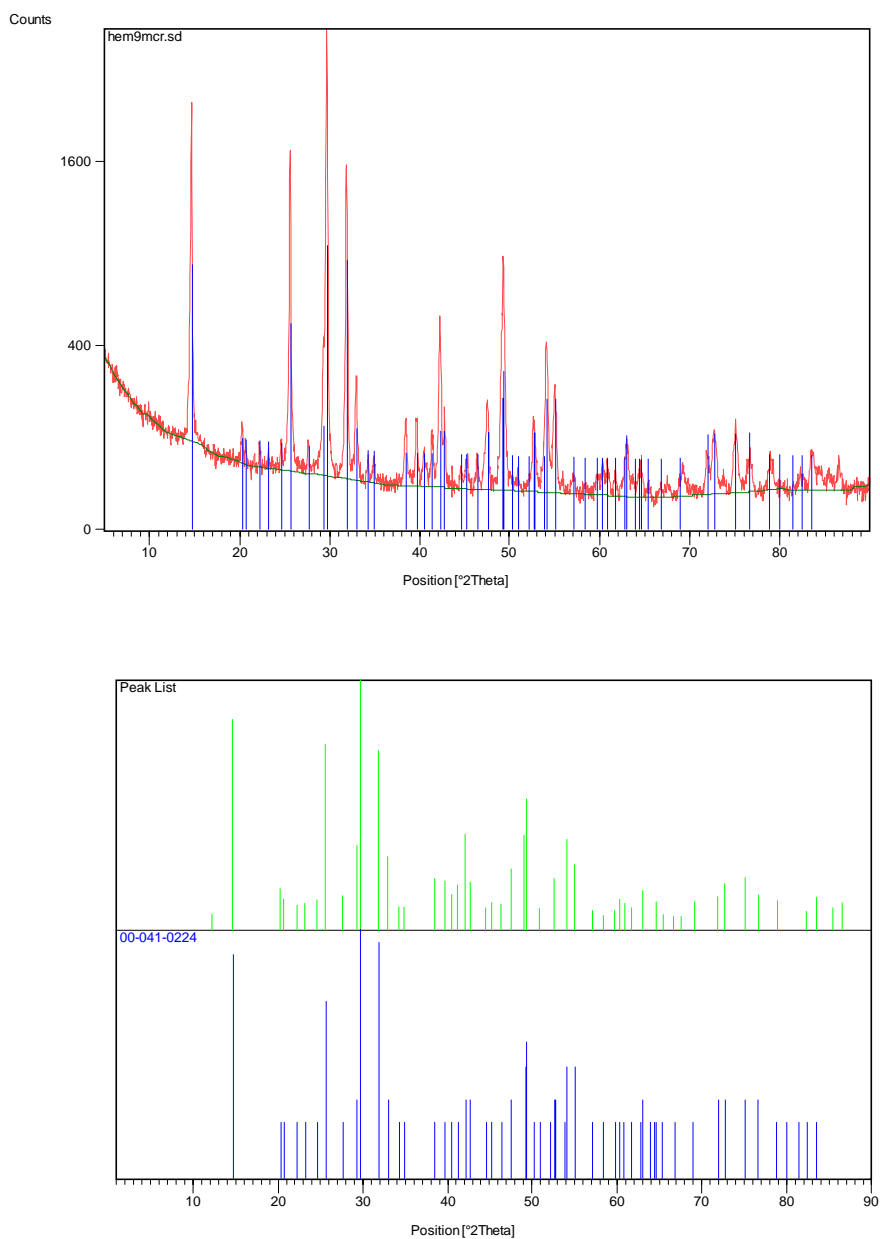
**Fig. 5.** Análisis por difracción de rayos X correspondiente al yeso especular calentado a 120°C. El material está constituido por yeso hemihidrato (basanita).

Tabla V. Análisis por difracción de rayos X de alabastro yesoso calentado a 120°C

Visible	Ref. Code	Score	Compound Name	Displacement [°2Th.]	Scale Factor	Chemical Formula
*	00-041-0224	64	Bassanite, syn	0.000	0.301	CaSO ₄ · 0.5H ₂ O

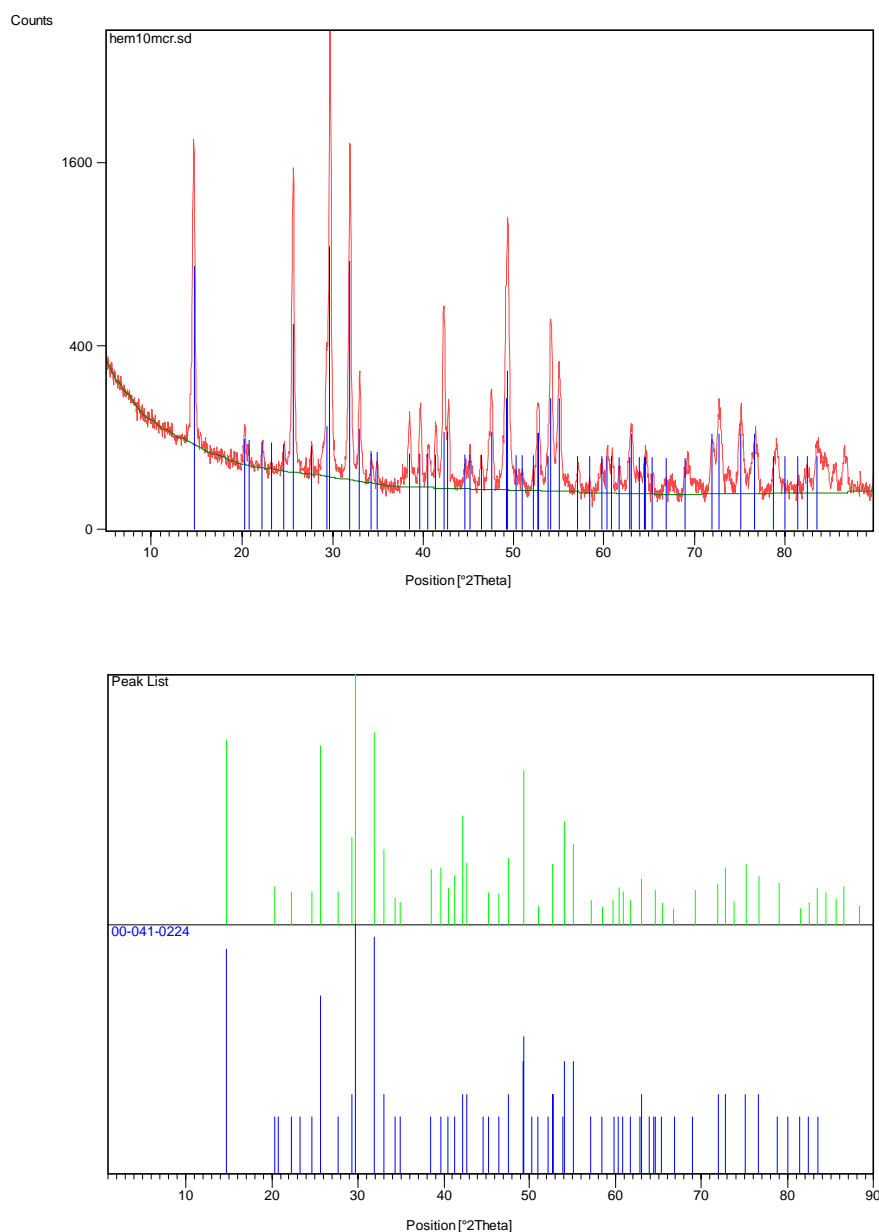
**Fig. 6.** Análisis por difracción de rayos X correspondiente al alabastro yesoso calentado a 120°C. El material está constituido por yeso hemihidrato (basanita).

Tabla VI. Análisis por difracción de rayos X de yeso especular calentado a 220°C

Visible	Ref. Code	Score	Compound Name	Displacement [°2Th.]	Scale Factor	Chemical Formula
*	00-041-0224	59	Bassanite, syn	0.000	0.501	$\text{CaSO}_4 \cdot 0.5\text{H}_2\text{O}$
*	01-072-0916	36	Anhydrite	0.000	0.403	CaSO_4

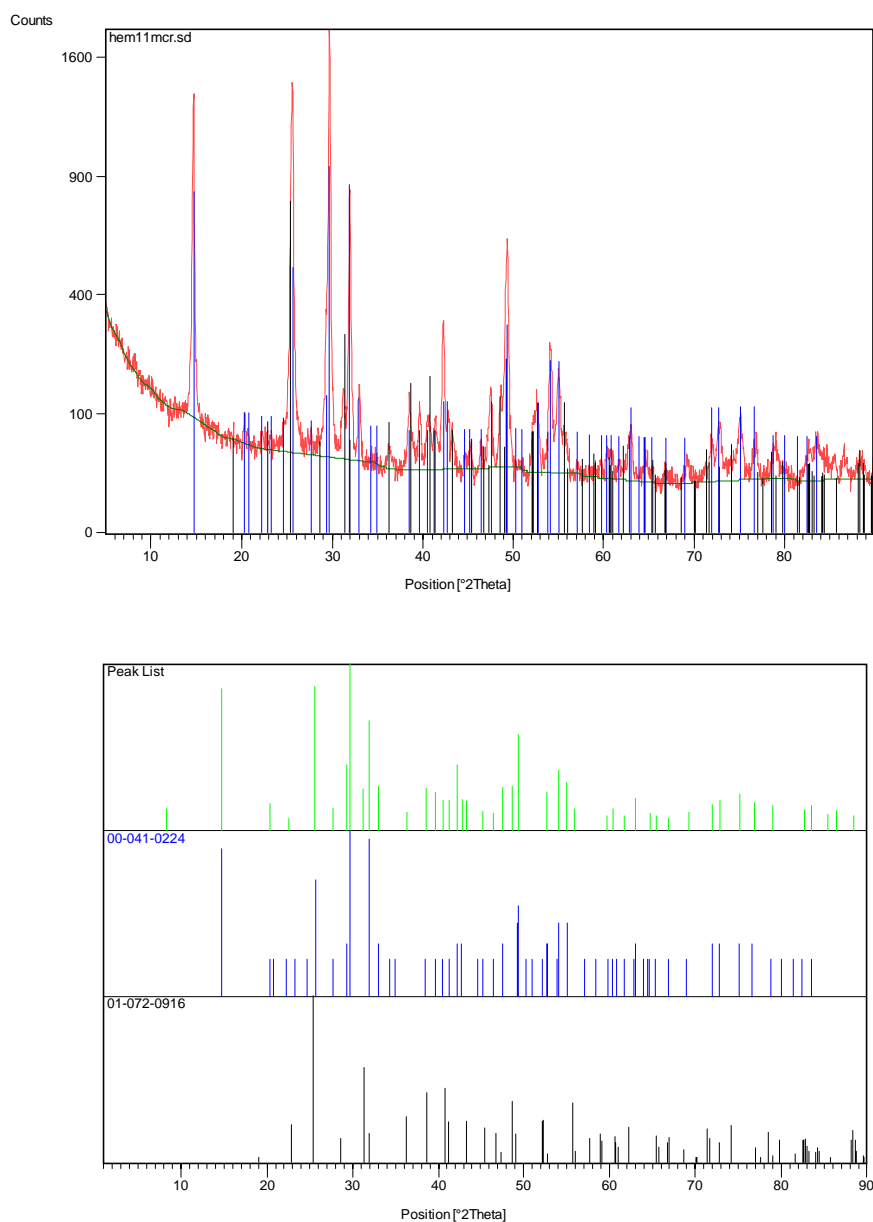
**Fig. 7.** Análisis por difracción de rayos X correspondiente al yeso especular calentado a 220°C. El material está constituido por yeso hemihidrato (basanita) y anhidrita.

Tabla VII. Análisis por difracción de rayos X de alabastro yesoso calentado a 220°C

Visible	Ref. Code	Score	Compound Name	Displacement [°2Th.]	Scale Factor	Chemical Formula
*	00-041-0224	59	Bassanite, syn	0.000	0.401	$\text{CaSO}_4 \cdot 0.5\text{H}_2\text{O}$
*	00-037-1496	23	Anhydrite, syn	0.000	0.347	CaSO_4

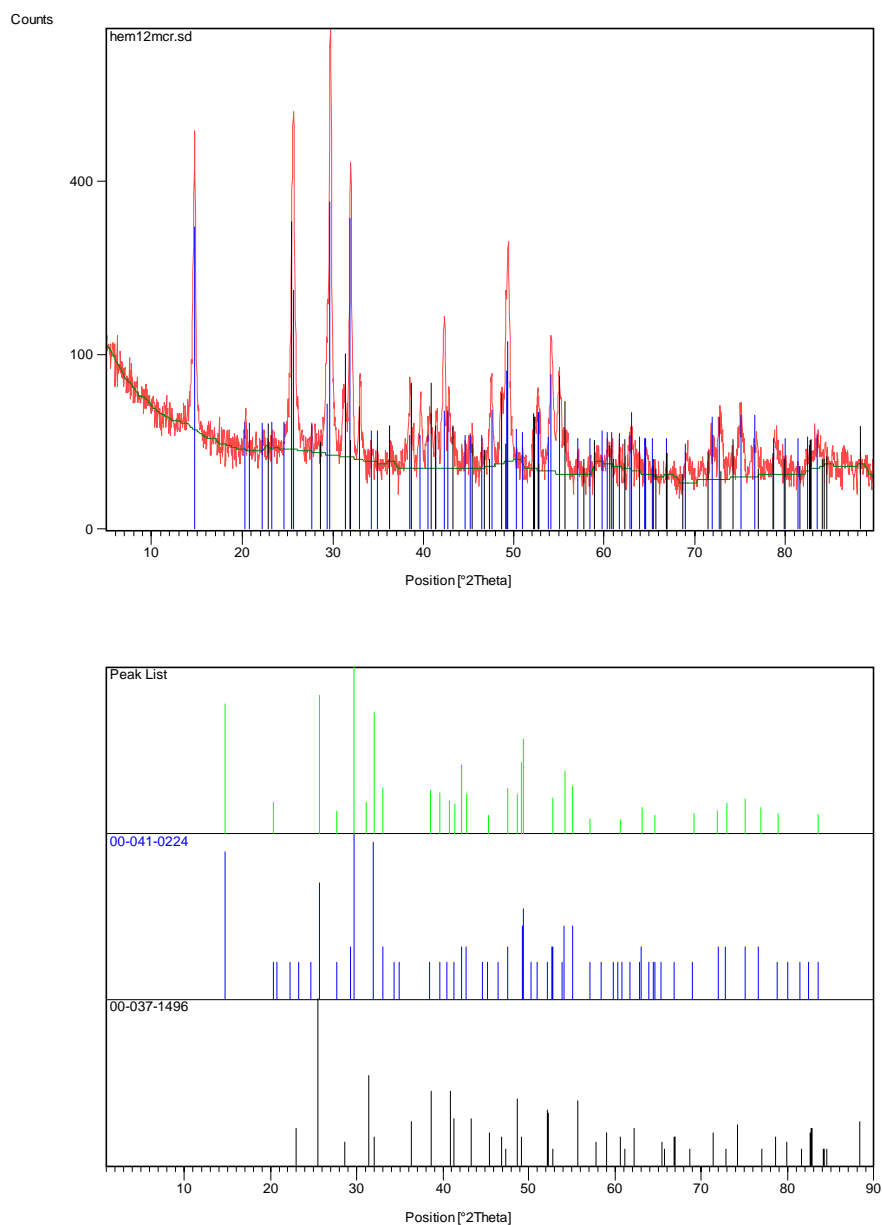
**Fig. 8.** Análisis por difracción de rayos X correspondiente al alabastro yesoso calentado a 220°C. El material está constituido por yeso hemihidrato (basanita) y anhidrita.

Tabla VIII. Análisis por difracción de rayos X de yeso especular calentado a 300°C

Visible	Ref. Code	Score	Compound Name	Displacement [°2Th.]	Scale Factor	Chemical Formula
*	01-072-0503	66	Anhydrite	0.000	0.894	CaSO ₄
*	00-023-0128	40	Calcium Sulfate Hydrate	0.000	0.099	CaSO ₄ · 0.15H ₂ O

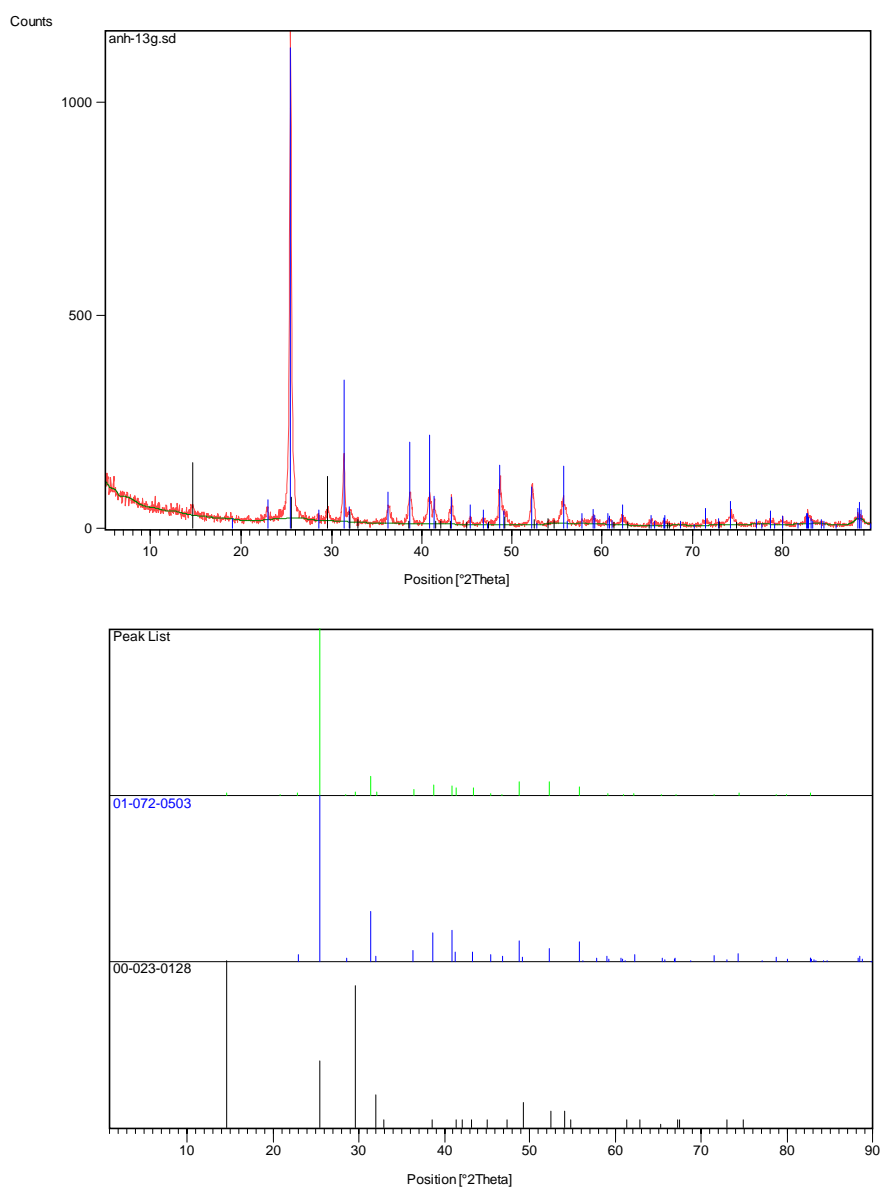
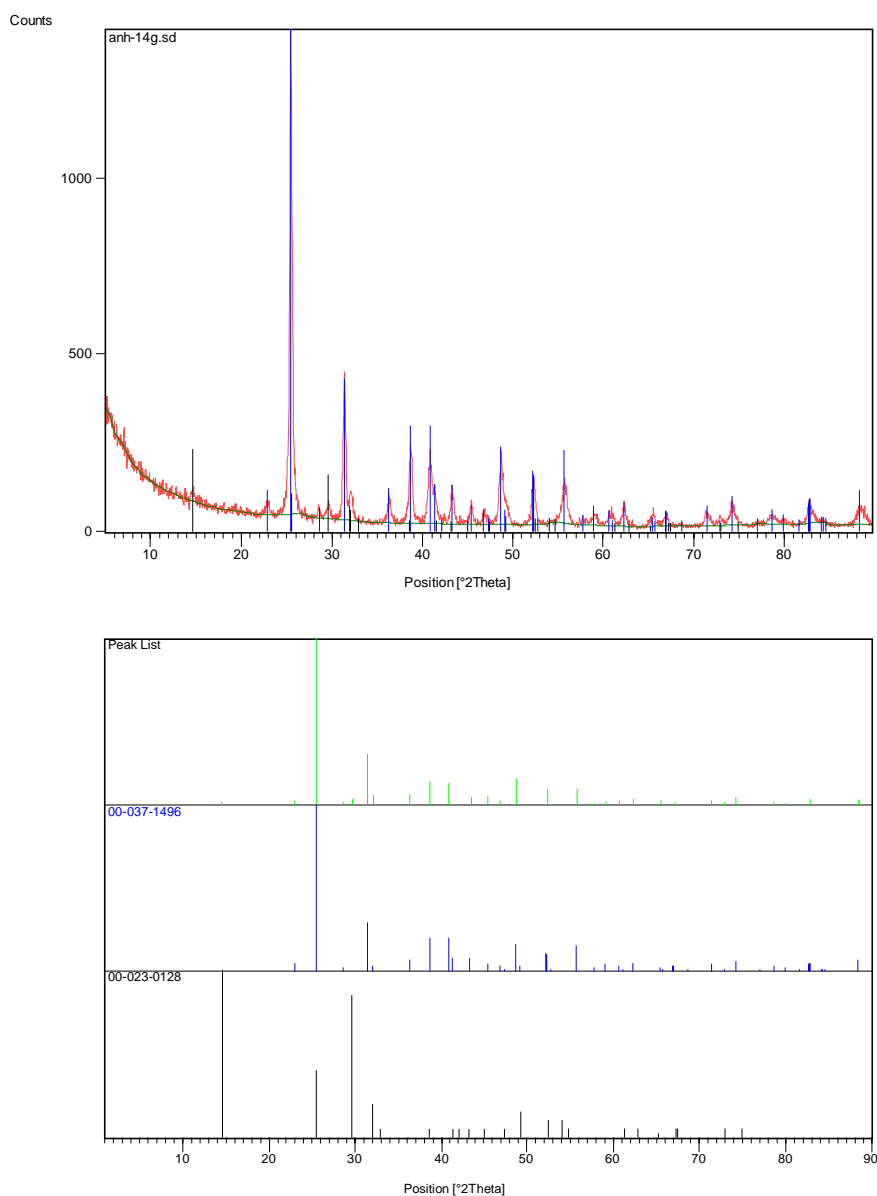
**Fig. 9.** Análisis por difracción de rayos X correspondiente al yeso especular calentado a 300°C. El material está constituido por anhidrita y una pequeña proporción de sulfato cálcico ligeramente hidratado.

Tabla IX. Análisis por difracción de rayos X de alabastro yesoso calentado a 300°C

Visible	Ref. Code	Score	Compound Name	Displacement [°2Th.]	Scale Factor	Chemical Formula
*	00-037-1496	82	Anhydrite, syn	0.000	0.936	CaSO_4
*	00-023-0128	41	Calcium Sulfate Hydrate	0.000	0.100	$\text{CaSO}_4 \cdot 0.15\text{H}_2\text{O}$

**Fig. 10.** Análisis por difracción de rayos X correspondiente al alabastro yesoso calentado a 300°C. El material está constituido por anhidrita y una pequeña proporción de sulfato cálcico ligeramente hidratado.

La figura 11 corresponde a la observación por MEB de las transformaciones morfológicas que experimenta el yeso especular al ser sometido a tratamiento térmico.

Cambios morfológicos que experimenta el yeso especular tras su calentamiento

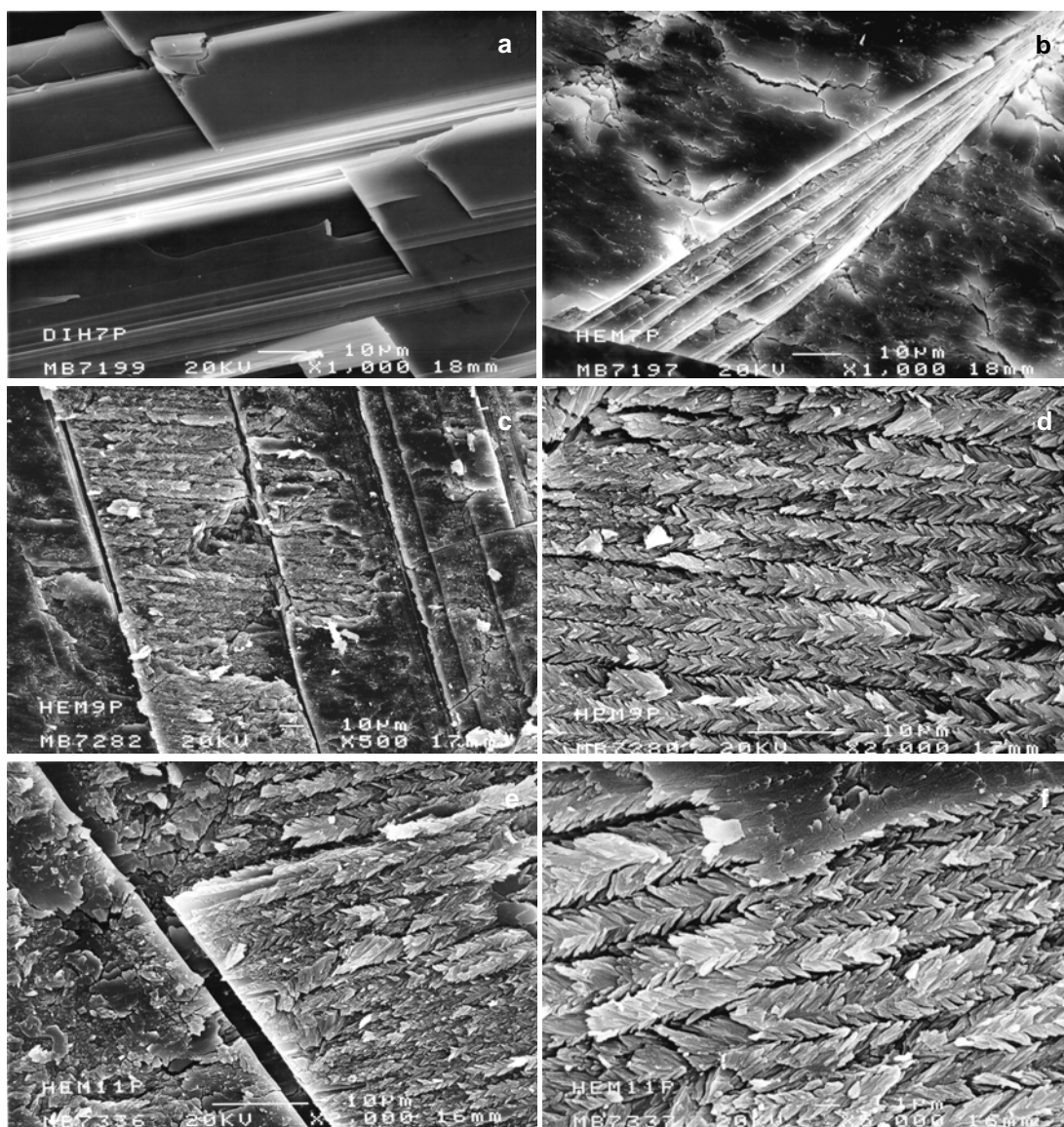


Fig. 11. Transformaciones morfológicas del yeso especular al ser sometido a tratamiento térmico. Imágenes de MEB (electrones secundarios). Barra: 10µm.

a) Estado inicial; b) 110° C (basanita, dihidrato); c) 120° C (basanita); d) 120° C (detalle); e) 220° C (basanita, anhidrita); f) 220° C (detalle).

La figura 11a constituye la observación por MEB del yeso especular antes de ser sometido a calentamiento. La fig 11b corresponde al yeso especular tras su calentamiento a 110° C. Los resultados de la difracción de rayos X indican que el

producto es un hemihidrato, también conocido como basanita, que contiene, además, una pequeña proporción de dihidrato. La muestra observada en MEB (electrones secundarios) mantiene una apariencia laminar, como la que ha podido observarse en el yeso especular no sometido a calentamiento (fig. 11a), pero ahora aparecen microfisuras de retracción originadas por la pérdida de agua.

Las figuras 11c y 11d corresponden al hemihidrato resultante de calentar el yeso especular a 120° C. Es un pseudomorfo del yeso especular en el que pueden apreciarse aún las líneas de exfoliación. La deshidratación parcial ha provocado la recristalización en forma de espiga o pluma.

Las figuras 11e y 11f muestran el yeso después del tratamiento a 220° C. Presenta la misma morfología que el anterior, aunque quizás en este caso parece existir un mayor número de partículas dispersas. La presencia de éstas puede deberse a la aplicación de una temperatura más elevada que pudiera producir una mayor fragmentación del material.

La figura 12 corresponde a la anhidrita resultante tras el tratamiento a 300° C. Su aspecto es similar al del hemihidrato, quizás algo más fragmentado. También pueden observarse agrupaciones de morfología fibrosa, que han podido apreciarse ya en el yeso grueso de la capa de preparación de muestras correspondientes a obra real (v. cap. V).

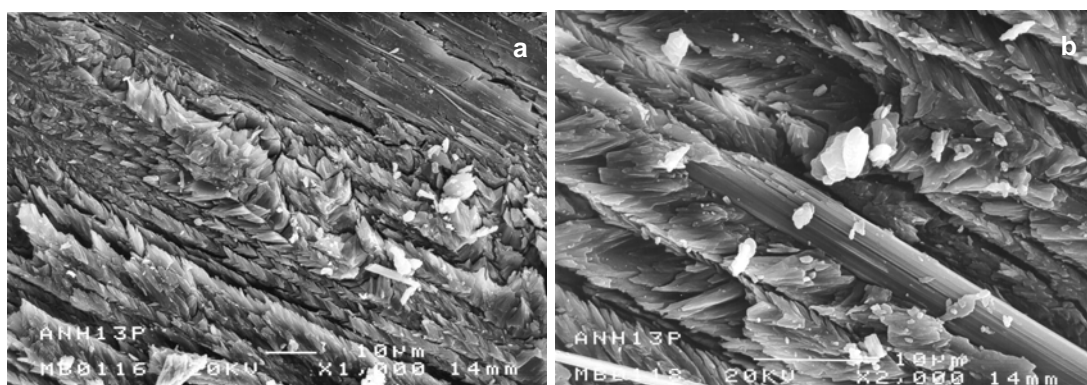


Fig. 12. Transformación morfológica del yeso especular al ser sometido a 300° C (anhidrita). Imágenes de MEB (electrones secundarios). Barra: 10µm. Puede observarse la morfología en espiga que adquiere el material así como zonas o partículas de morfología fibrosa en b), del tipo de las que han podido apreciarse en el yeso grueso de muestras correspondientes a obra real (v. cap. V).

Como consecuencia del tratamiento térmico, el alabastro también ha experimentado cambios morfológicos; en todos los casos aparecen numerosas microfisuras de retracción a causa de la pérdida de agua, como en el caso del yeso especular.

Cambios morfológicos que experimenta el alabastro yesoso tras su calentamiento

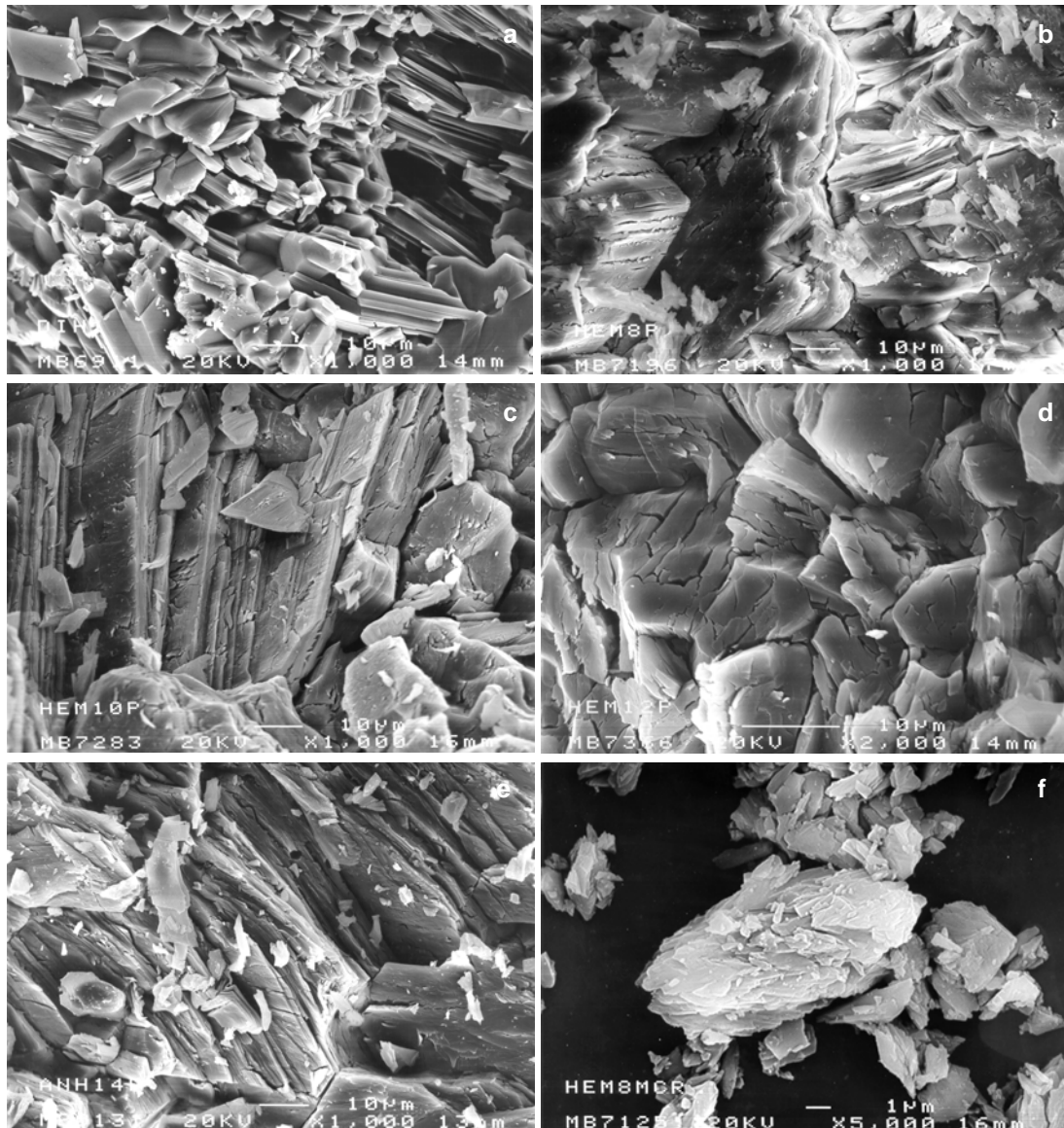


Fig. 13. Transformaciones morfológicas del yeso alabastro al ser sometido a tratamiento térmico. Imágenes en MEB (electrones secundarios).

a) Estado inicial. Barra: 10µm; b) 110° C (basanita). Barra: 10µm; c) 120° C (basanita). Barra: 10µm; d) 220° C (basanita, anhidrita). Barra: 10µm; e) 300 ° C (anhidrita). Barra: 10µm; f) detalle de un cristal de basanita (110° C). Barra: 1µm.

En la figura 13a, correspondiente al alabastro yesoso aún no sometido a calentamiento, se observan líneas de exfoliación similares a las del yeso especular. Sin embargo, en las imágenes 13 b, c13, 13d y 13e se aprecian ya ciertas alteraciones debidas al aporte calórico, aunque estas modificaciones son similares para todas las temperaturas de tratamiento. No se aprecia claramente la textura en espiga que aparece en el yeso especular tratado térmicamente, si bien en algunas partículas se ha podido detectar una morfología similar (fig 13 f).

VI. 2.2. Obtención del yeso mate

A partir del yeso grueso obtenido según los procesos anteriores se ha procedido a elaborar el yeso mate, mediante la molienda del yeso grueso y su apagado en agua destilada durante varios días. De manera general, se han seguido las instrucciones de Cennino Cennini o Francisco Pacheco (v. cap. IV), muy similares entre sí. Para apagar el yeso grueso se ha añadido agua de manera continuada a la vez que se amasaba. La cantidad de agua añadida ha sido muy superior a la necesaria, según la estequiometría de la reacción. Las cantidades de partida han sido de 4,5g de yeso grueso y 45ml de agua. La agitación se ha realizado cada día, durante un minuto⁹. Se ha dejado el material en agua durante un período de 24 días. Transcurrido este tiempo y seguidos estos pasos, se retira el agua y se deja secar. Cada día aproximadamente se han añadido 2 ml de agua a los yesos si se apreciaba podían secarse¹⁰.

*Variables que
participan en la
elaboración del
yeso mate*

En la reproducción de este proceso se han tenido en cuenta las siguientes variables:

- Temperatura de obtención del yeso grueso.

⁹ No se ha concedido especial importancia a esta variable durante este proceso de experimentación (cuando se trata de hemihidrato), ya que la cantidad tan pequeña de yeso empleada en la realización de las pruebas ha permitido que la práctica totalidad del yeso entrara en contacto con el agua casi desde el primer momento.

¹⁰ El proceso se llevó a cabo en el mes de julio.

- Tamaño de partícula del yeso grueso.
- Agitación durante el proceso de apagado.
- Cantidad de agua añadida.
- Tiempo de permanencia del yeso en agua en relación con la cantidad de agua añadida.

En los siguientes párrafos se describe la forma en que cada uno de estos factores influyen sobre las características del yeso mate obtenido.

Temperatura de obtención del yeso grueso

Teniendo en cuenta esta variable, se ha querido comprobar si la superior velocidad de hidratación de la basanita (hemihidrato) con respecto a la anhidrita influye sobre las características del yeso mate resultante.

Para ello, se comparan las imágenes de los dihidratos obtenidos, por un lado, a partir del yeso especular calentado a 110°C y, por otro, de la anhidrita obtenida a 300°C. En las imágenes de los dihidratos (figs. 14 y 15) se observa que, en ambos casos, la morfología de las partículas es homogénea. Abundan especialmente las de morfología prismática y tabular. Con respecto a su tamaño, puede observarse que es superior en el producto obtenido a partir de la anhidrita. Así, en la figura 14 puede apreciarse que el tamaño de partícula del dihidrato procedente del hemihidrato calentado a 110°C es inferior a 30µm, mientras que en el caso del dihidrato derivado de la anhidrita, existen numerosas partículas de este tamaño que presentan, además, una sección de mayores dimensiones.

Estas dos imágenes (figs. 14-15) sugieren que la temperatura de obtención del yeso grueso puede tener cierta influencia sobre la morfología del yeso mate, ya que parecen reflejar la existencia de una mayor abundancia de partículas tabulares en el obtenido a partir de la anhidrita (temperatura de cocción=300°C). La ligera disparidad en cuanto a morfología y tamaño de partícula de los yesos mate obtenidos podría tener que ver con que, como se recordará, el yeso hemihidrato se rehidrata más rápidamente que la anhidrita. Los cristales del dihidrato obtenidos a partir de esta última crecen más lentamente, con lo que podrían por este motivo haberse desarrollado más. Además, el hemihidrato de partida utilizado en este ensayo

contiene dihidrato que, como se recordará (v. cap. II), actúa como acelerador del proceso de hidratación. Debe tenerse en cuenta que el tamaño de partícula de los materiales de partida empleados (hemihidrato y anhidrita) no parece exactamente el mismo, aunque ambos se molieran en molino de ágata durante el mismo intervalo de tiempo. Como puede comprobarse en las figuras 14a y 15a el tamaño de partícula es ligeramente inferior para el yeso calentado a 110°C. Más adelante se comenta la influencia del tamaño de partícula del yeso sometido a calentamiento sobre su correspondiente yeso mate.

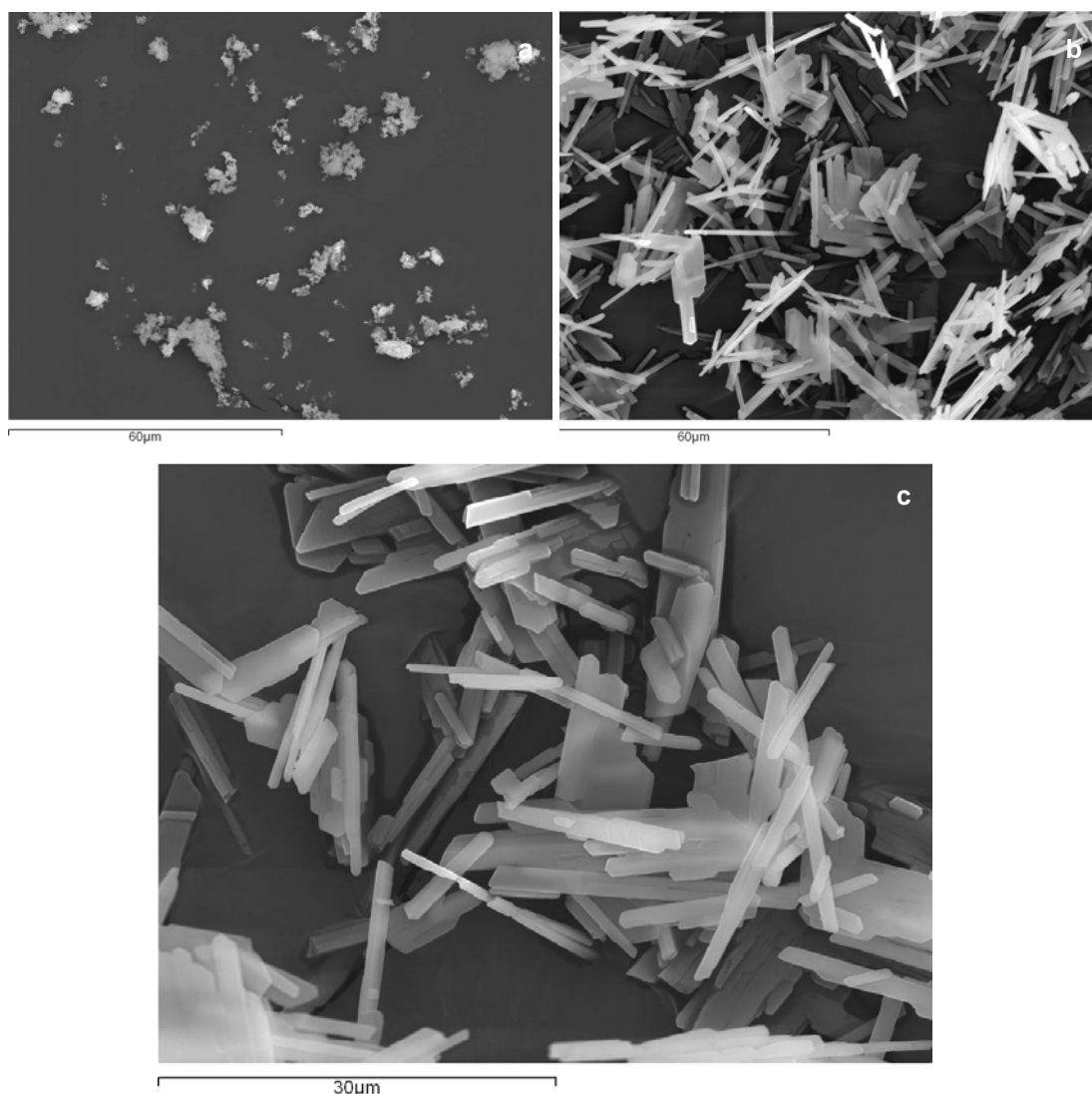


Fig. 14. Imágenes en MEB (electrones secundarios).

a) Yeso especular tratado a 110° C y molido en molino automático de ágata (5 minutos). Barra: 60µm. b) Yeso mate obtenido a partir del anterior. Se aprecia la característica morfología del yeso mate, constituido fundamentalmente por partículas prismáticas y tabulares. Barra: 60µm. c) Detalle del anterior. Barra: 30µm.

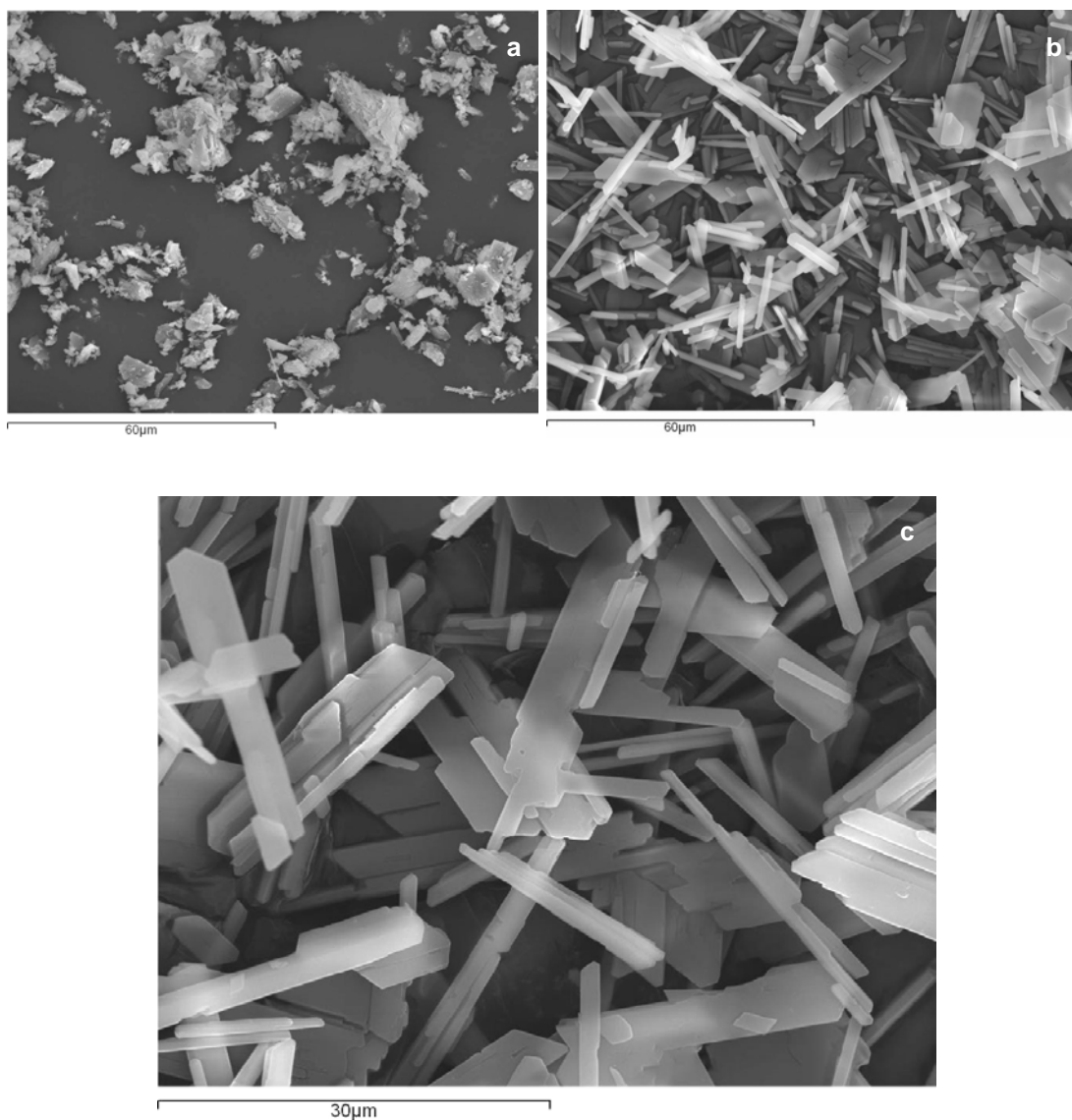


Fig. 15. Imágenes en MEB (electrones secundarios).

a) Yeso especular tratado a 300° C, molido en molino automático de ágata (5 minutos). Barra: 60µm. b) Yeso mate obtenido a partir del anterior. Se aprecia la característica morfología del yeso mate, constituido por partículas prismáticas y tabulares. Barra: 60µm. c) Detalle del anterior. Barra: 30µm.

Tamaño de partícula del yeso grueso

En relación con el parámetro que se acaba de comentar, debe indicarse que el tamaño de partícula del yeso mate puede también verse afectado por las dimensiones de las partículas del yeso grueso de partida, como ya se ha apuntado.

Para el estudio de esta variable se ha empleado el yeso especular calentado a 120° C (HEM17), que está constituido por hemihidrato.

El proceso de molienda, previo a su rehidratación, ha sido llevado a cabo en dos formas:

- Automáticamente, en molino de ágata y durante un tiempo de 10 minutos (HEM17AG10).

- Manualmente, en mortero de ágata durante 1 minuto (HEM17B).

Los tamaños de partícula del yeso grueso varían según el sistema de molienda empleados (fig. 16a y 16b). Así, el que ha sido sometido a molienda automática (16a) está constituido, mayoritariamente, por partículas cuyos tamaños no alcanzan las 10µm. Sin embargo, el yeso grueso que ha sido sometido a molienda manual (16b) presenta partículas de mayores dimensiones. Son numerosas las que rondan las 30µm, aunque también hay otras mucho más pequeñas.

Como puede apreciarse en la figura 17, el tamaño de partícula del material calentado parece influir sobre el tamaño de las partículas de yeso mate.

El yeso mate correspondiente al yeso grueso molido automáticamente tiene un tamaño de partícula de entre 15 y 30µm, siendo mayoritarias las de 20µm aproximadamente (fig. 17a).

Cuando el yeso grueso ha sido sometido a molienda manual, el yeso mate resultante tiene un tamaño de partícula mayor. Pueden observarse partículas que superan las 50µm. En todo caso, su tamaño es superior al del yeso mate obtenido a partir del yeso grueso molido automáticamente.

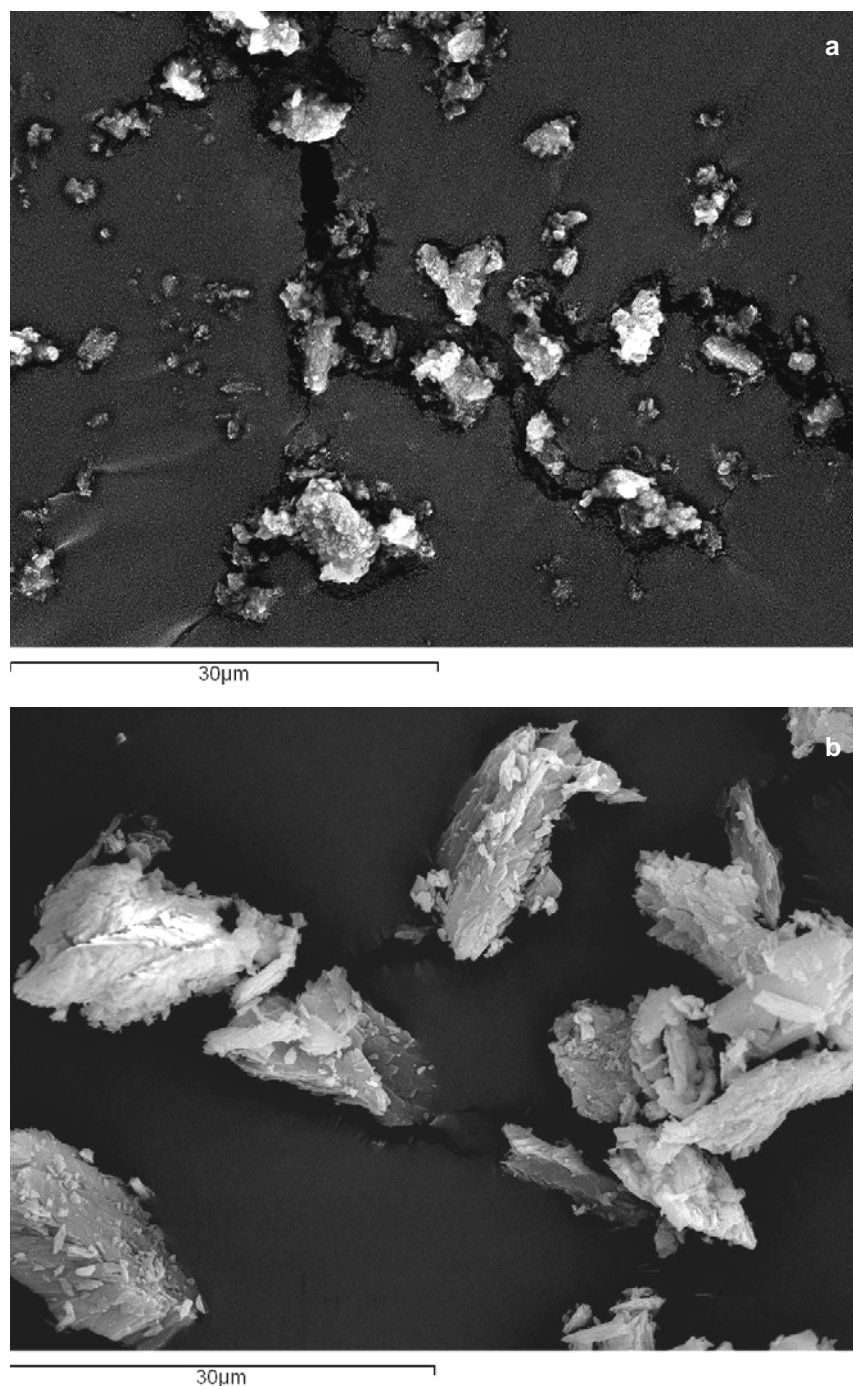


Fig. 16. Imágenes en MEB (electrones secundarios). Barras: 30µm.

a) Yeso tratado a 120°C, constituido por hemihidrato. Puede observarse el reducido tamaño de partícula del material tras su molienda en molino automático de ágata durante 10 minutos (HEM17AG10).

b) Yeso tratado a 120°C, constituido por hemihidrato, molido a mano durante 2 minutos (HEM17B). Puede apreciarse que el tamaño de partícula supera al de la muestra HEM17AG10.

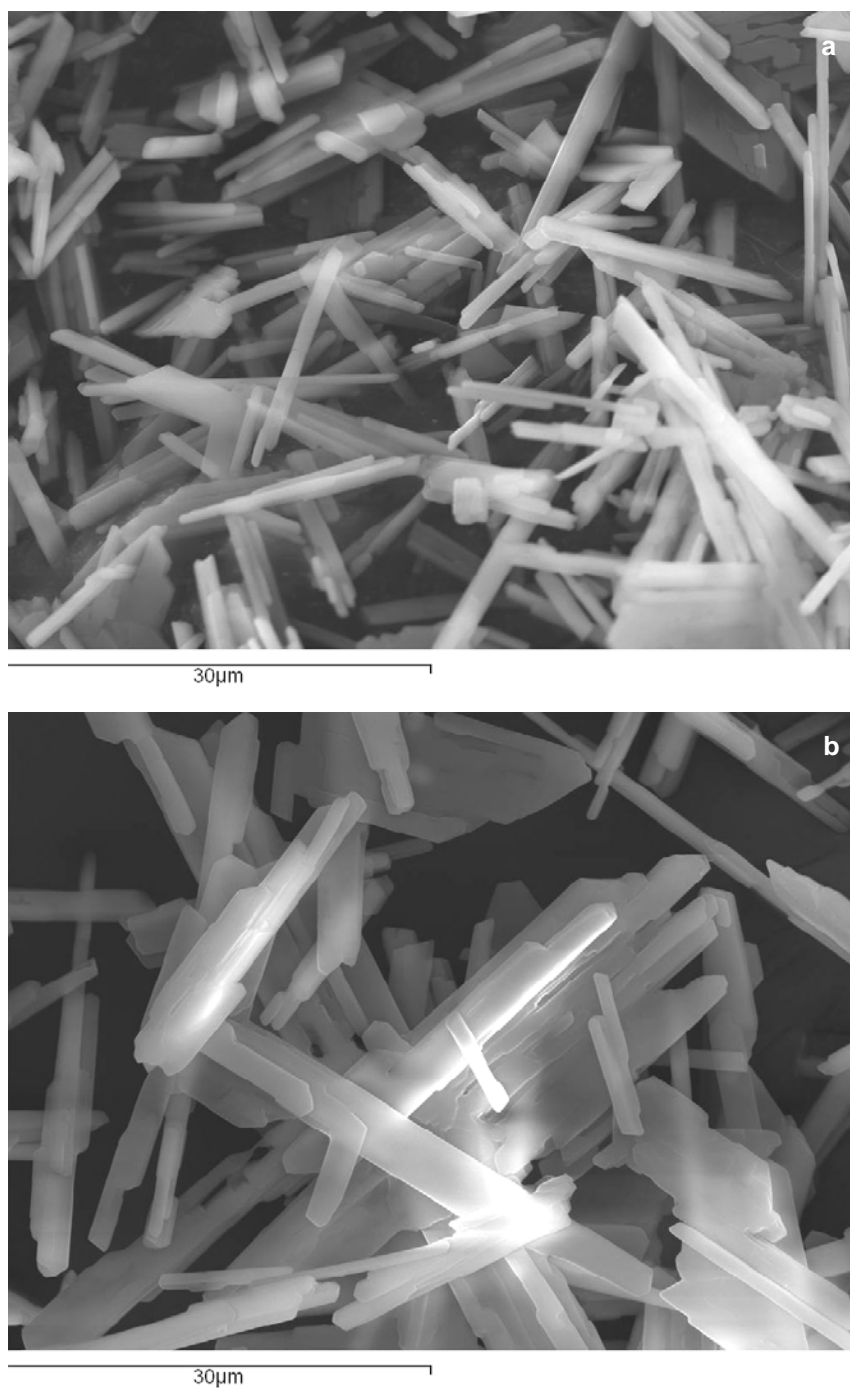


Fig. 17. Imágenes en MEB (electrones secundarios). Barras: 30µm.

- a) Yeso dihidrato obtenido a partir de HEM17A10 (yeso molido en mortero de ágata automático durante 10 minutos).
- b) Yeso mate obtenido a partir de HEM17B (yeso molido a mano en mortero de ágata durante dos minutos). Obsérvese el gran tamaño de sus partículas.

Agitación durante su permanencia en agua

Para estudiar esta variable se ha empleado el yeso grueso obtenido a partir del calentamiento de yeso especular a 120° C, molido en molino de ágata automático durante 5 minutos. A partir de este material se ha obtenido el yeso mate, añadiendo la cantidad necesaria para producir su apagado y, al mismo tiempo, evitar su endurecimiento. También en este caso, como en los anteriores, las cantidades utilizadas han sido 4,5 g de yeso y 45 ml de agua. Una vez concluido este proceso, el volumen total resultante se divide en dos partes. Una de ellas fue agitada diariamente en el transcurso de 24 días, de forma manual y durante una hora, mientras que la otra se dejó reposar durante este tiempo. Cada tres días, aproximadamente, si se apreciaba que el volumen de líquido disminuía excesivamente, y para evitar que los yesos pudieran secarse¹¹, se añadían 2ml de agua a cada uno de los vasos donde se llevó a cabo la experimentación.

La figura 18a muestra el yeso mate obtenido en el primer caso y la figura 18b el obtenido en el segundo. Estas imágenes parecen subrayar que la agitación periódica durante el tiempo de permanencia del yeso en agua da lugar a la obtención de un yeso mate más homogéneo con un gran número de partículas prismáticas, a la vez que es posible apreciar la disolución parcial de los cristales, pudiendo observarse los escalones de crecimiento. Sin embargo, la falta de agitación parece favorecer la formación de partículas tabulares.

En cuanto al tamaño de partícula, las correspondientes al yeso mate agitado diariamente presentan un tamaño ligeramente inferior. Se encuentran dentro del intervalo de 6 a 14µm, mientras que en el yeso mate que no ha sido agitado, algunas de sus partículas alcanzan las 20µm.

¹¹ El proceso se llevó a cabo en el mes de mayo.



Fig. 18. Imágenes en MEB (electrones secundarios) de yeso mate obtenido a partir de basanita producido a 120° C. Barras: 10 µm.

- a) Yeso mate agitado diariamente.
- b) Yeso mate sin agitar.

Cantidad de agua añadida

Se ha empleado yeso grueso obtenido mediante el calentamiento de yeso especular a 120° C, molido en molino de ágata automático durante 5 minutos (HEM17C G5). A partir de éste, se ha elaborado yeso mate apagado con una gran cantidad de agua (4.56 g de yeso en 65 ml de agua) (DIH17C G5MAS) y yeso mate apagado con una cantidad de agua mucho menor (DIH17C G5MENOS). En este último caso se ha empleado la imprescindible para que se rehidratara, evitando a la vez su endurecimiento (45ml). Una vez muerto el yeso, se retira el agua sobrenadante. En el caso del yeso que se mantuvo en escasa cantidad de agua algunos días casi llegó a secarse¹².

La figura 19 muestra el yeso grueso empleado como material de partida y la figura 20 los yesos mate obtenidos. Las diferencias entre ambos no son especialmente evidentes, pero un estudio detallado permite apreciar que en el primer caso los cristales parecen mejor formados. Como puede apreciarse, la cantidad de agua no ha influido decisivamente en el tamaño de los cristales de yeso mate, aunque parecen algo más pequeños en el yeso obtenido con menor cantidad de agua.

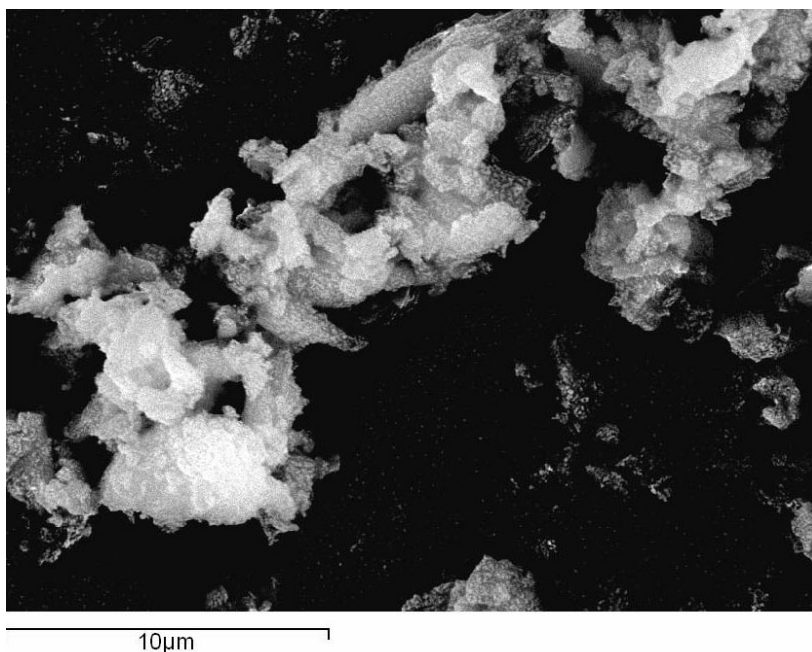


Fig. 19. Imagen en MEB (electrones secundarios) del yeso grueso empleado como material de partida (HEM17C G5). Barra: 10µm. Se trata de un yeso sometido a una temperatura de 120°C, que ha sido molido en molino automático de ágata durante 5 minutos.

¹² El proceso se llevó a cabo en el mes de julio y se añadió agua diariamente, con el fin de evitar que los yesos se secaran.

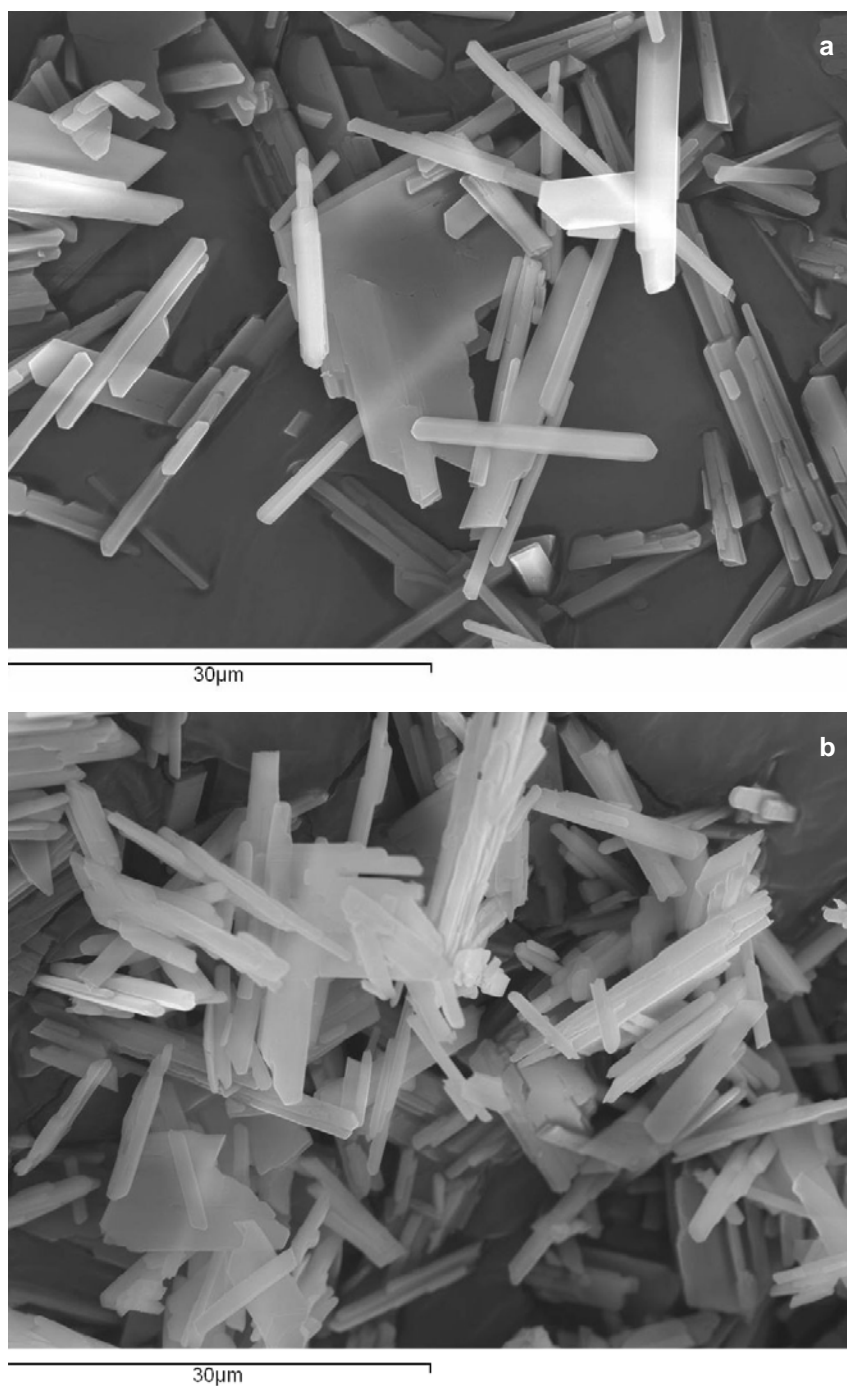


Fig. 20. Imágenes en MEB (electrones secundarios) de yeso mate obtenido a partir de basanita producida a 120° C (HEM17C G5). Barras: 30 µm.

a) Yeso mate que permanece en gran cantidad de agua (DIH17C G5MAS).

b) Yeso mate que permanece en menor cantidad de agua (DIH17C G5MENOS).

Tiempo de permanencia en agua / cantidad de agua añadida

Con este ensayo se pretende comparar la morfología del yeso rehidratado y dejado secar inmediatamente después de su fraguado con la que presenta el «yeso de muchos días». Como se recordará, esta última terminología hace referencia al yeso que se mantiene en agua, una vez rehidratado, durante un largo período de tiempo (24 días).

Para estudiar el efecto del tiempo de permanencia en agua en relación con la cantidad de agua añadida sobre la morfología del yeso rehidratado se ha utilizado yeso grueso obtenido a 120°C (basanita, HEM17CG5) y yeso grueso producido a 300°C (anhidrita, HEM16). Ambos se muelen en molino automático de ágata durante 5 minutos. De cada uno de estos materiales se separan tres partes. Una de ellas se emplea como se ha indicado ya para el «yeso de muchos días», es decir, se mezclan 4,5g de yeso grueso y 45ml de agua (DIH17CG5, DIH16). La agitación se ha realizado cada día, durante un minuto. Otra de las muestras se prepara con 4,5g de yeso y 11ml de agua destilada (DIH17CG5RAP, DIH16RAP). En la tercera se emplean 4,5g de yeso y 5ml de agua destilada (DIH17CG5RAPOTRA, DIH16RAPOTRA). En los dos últimos procedimientos, una vez añadido agua al yeso, se agita y deja fraguar y secar.

En la figura 27 se observa tanto la basanita como la anhidrita empleados como materiales de partida. Ambos presentan la habitual morfología del yeso sometido a calentamiento. En las imágenes se aprecia que el tamaño de partícula es mayor en el caso de la anhidrita. Las imágenes correspondientes a sus respectivos yesos mate (figs. 28-29) muestran la característica morfología de este material, es decir, cristales tabulares, prismáticos y aciculares (DIH17CG5, DIH16). Quizás parece existir un mayor número de partículas tabulares en el caso de la anhidrita. Como se recordará, el yeso mate se compone de sulfato de calcio dihidrato. Aunque estas imágenes se han aportado con anterioridad, se ha creído conveniente situarlas junto a las correspondientes a los otros yesos con el fin de facilitar la comparación entre morfologías.

Con respecto al dihidrato (DIH17CG5RAP) obtenido a partir del hemihidrato (HEM17CG5) mediante su apagado en 11ml de agua destilada, puede constatarse cierta heterogeneidad especialmente en cuanto a morfología y, fundamentalmente, tamaño de partícula del material obtenido. Asimismo, existen estructuras de cristales que se han desarrollado de manera entrecruzada y son responsables de la mayor dureza de este material con respecto al yeso mate (fig. 30). Este entrecruzamiento se

hace más evidente en el caso del hemihidrato apagado en 5ml de agua destilada (DIH17CG5RAPOTRA) (fig. 31).

Las imágenes correspondientes a la anhidrita revelan que la morfología de los yesos DIH16RAP y DIH16RAPOTRA elaborados a partir la misma presentan una morfología similar a los yesos DIH17CG5RAP y DIH17CG5RAPOTRA. Pueden observarse, por tanto, partículas de morfología prismática y fibrosa y se aprecia el entrecruzamiento de los cristales, responsable de la dureza del material (figs. 32-34). En el caso de DIH16RAPOTRA debe puntualizarse que se observan algunas partículas que no presentan la característica morfología del dihidrato.

Las correspondientes difracciones de rayos X tanto de los yesos mate (DIH17CG5, DIH16) como de los restantes materiales obtenidos (DIH17CG5RAP, DIH17CG5RAPOTRA, DIH16RAP, DIH16RAPOTRA) indican que, en todos los casos, menos en DIH16RAPOTRA se trata únicamente de sulfato de calcio dihidrato (figs. 21-26, tablas 10-15). Con respecto a DIH16RAPOTRA los análisis de difracción de rayos X identifican una mezcla de dihidrato y anhidrita.

De estos resultados se infiere que la morfología y no la composición química es el factor que diferencia los yesos mate (DIH17CG5, DIH16) de los otros yesos (DIH17CG5RAP, DIH17CG5RAPOTRA, DIH16RAP). A su vez, esta morfología es responsable de la menor suavidad y mayor dureza de estos últimos. Con respecto a DIH16RAPOTRA, posiblemente la cantidad de agua añadida a la anhidrita empleada como material de partida y/o el tiempo de su permanencia en agua no han permitido que se rehidraten todas sus partículas, con lo que aún existen partículas de este compuesto junto al dihidrato.

En las imágenes correspondientes a los dihidratos DIH17CG5RAP y DIH17CG5RAPOTRA y DIH16RAP y DIH16RAPOTRA pueden observarse algunas partículas de morfología fibrosa, similares a las que han podido apreciarse en el yeso grueso de algunas muestras correspondientes a obra real. Este dato sugiere que estas partículas de yeso grueso han podido rehidratarse en contacto del aguacola a pesar de que, como se ha indicado, esta sustancia retarda el fraguado del yeso. Sin embargo, debe indicarse que este tipo de morfología fibrosa ha sido observada también en las partículas que integran la anhidrita obtenida mediante el calentamiento del yeso especular (v. fig. 12b).

Tabla X. Análisis por difracción de rayos X de DIH17CG5

Visible	Ref. Code	Score	Compound Name	Displacement [°2Th.]	Scale Factor	Chemical Formula
*	01-074-1905	56	Gypsum	0.000	0.446	CaSO ₄ · 2H ₂ O

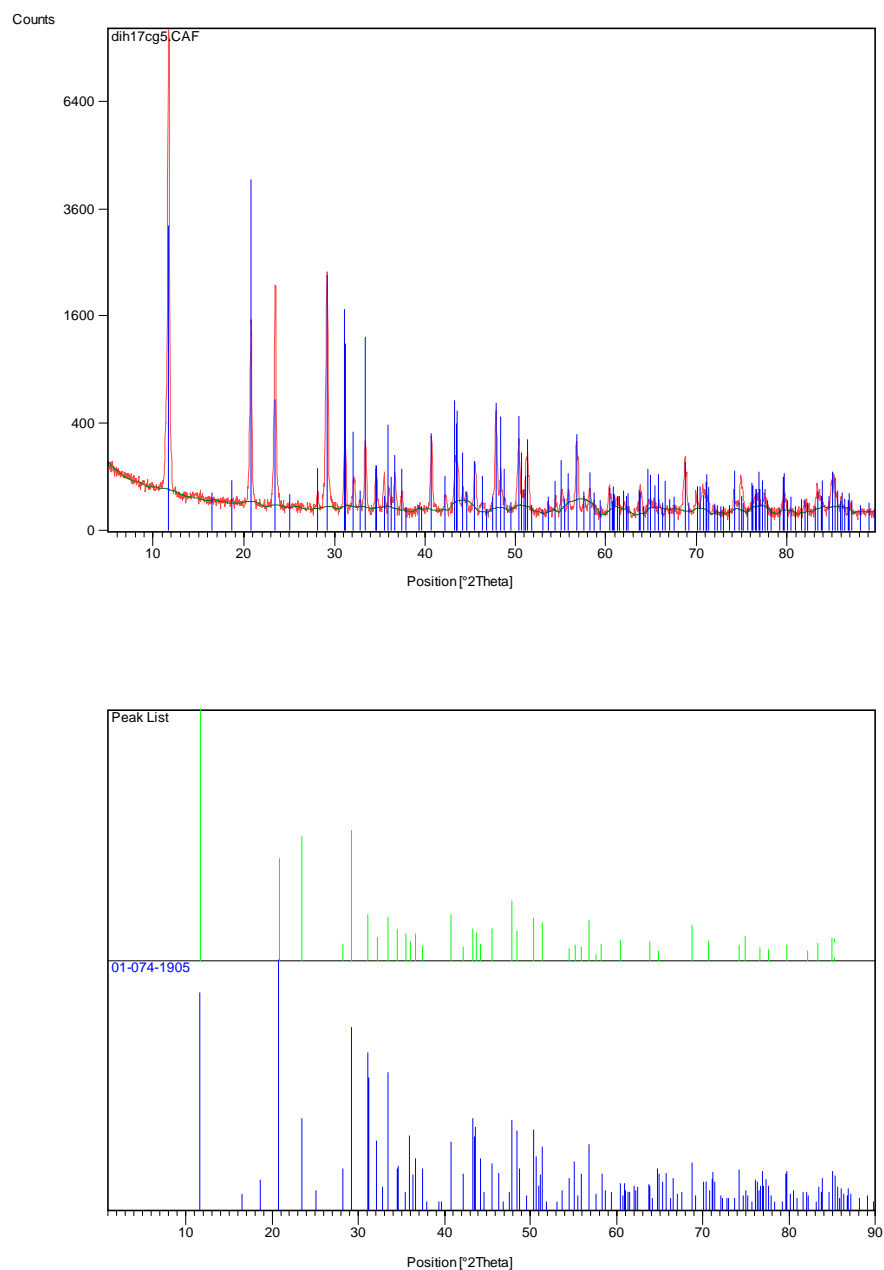


Fig. 21. Yeso mate obtenido a partir de un hemihidrato calentado a 120°C (ref.: DIH17CG5). Difracción rayos X. Compuestos detectados: Yeso sulfato de calcio dihidrato. Difractograma de fases identificadas.

Tabla XI. Análisis por difracción de rayos X de DIH17CG5RAP

Visible	Ref. Code	Score	Compound Name	Displacement [°2Th.]	Scale Factor	Chemical Formula
*	01-074-1904	72	Gypsum	0.000	1.015	Ca ₂ SO ₄ ·2H ₂ O

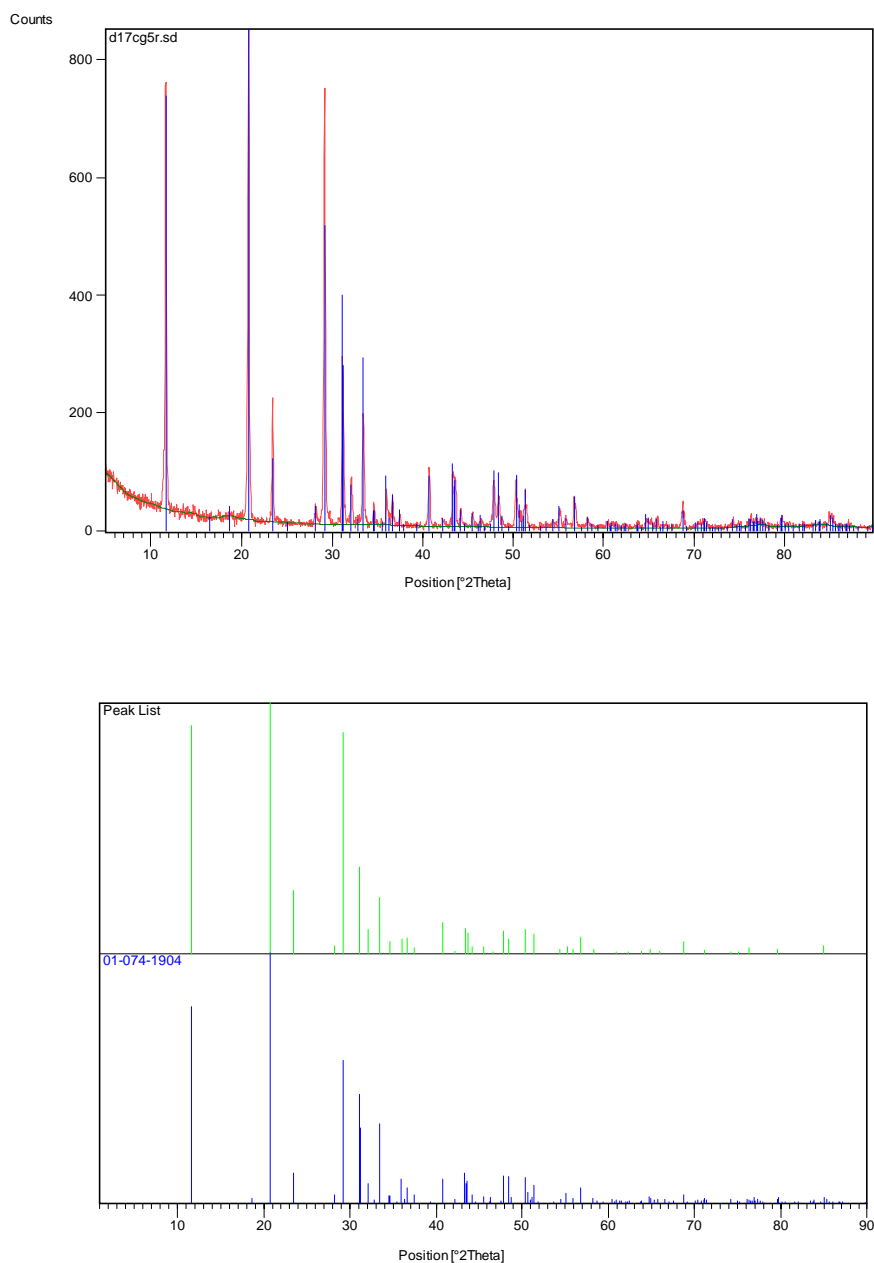


Fig. 22. Yeso obtenido a partir de un hemihidrato calentado a 120°C (ref.: DIH17CG5RAP). Difracción rayos X. Compuestos detectados: Yeso sulfato de calcio dihidrato. Difractograma de fases identificadas.

Tabla XII. Análisis por difracción de rayos X de DIH17CG5RAPOTRA

Visible	Ref. Code	Score	Compound Name	Displacement [°2Th.]	Scale Factor	Chemical Formula
*	01-072-0596	62	Gypsum	0.000	1.051	Ca ₂ SO ₄ ·2H ₂ O

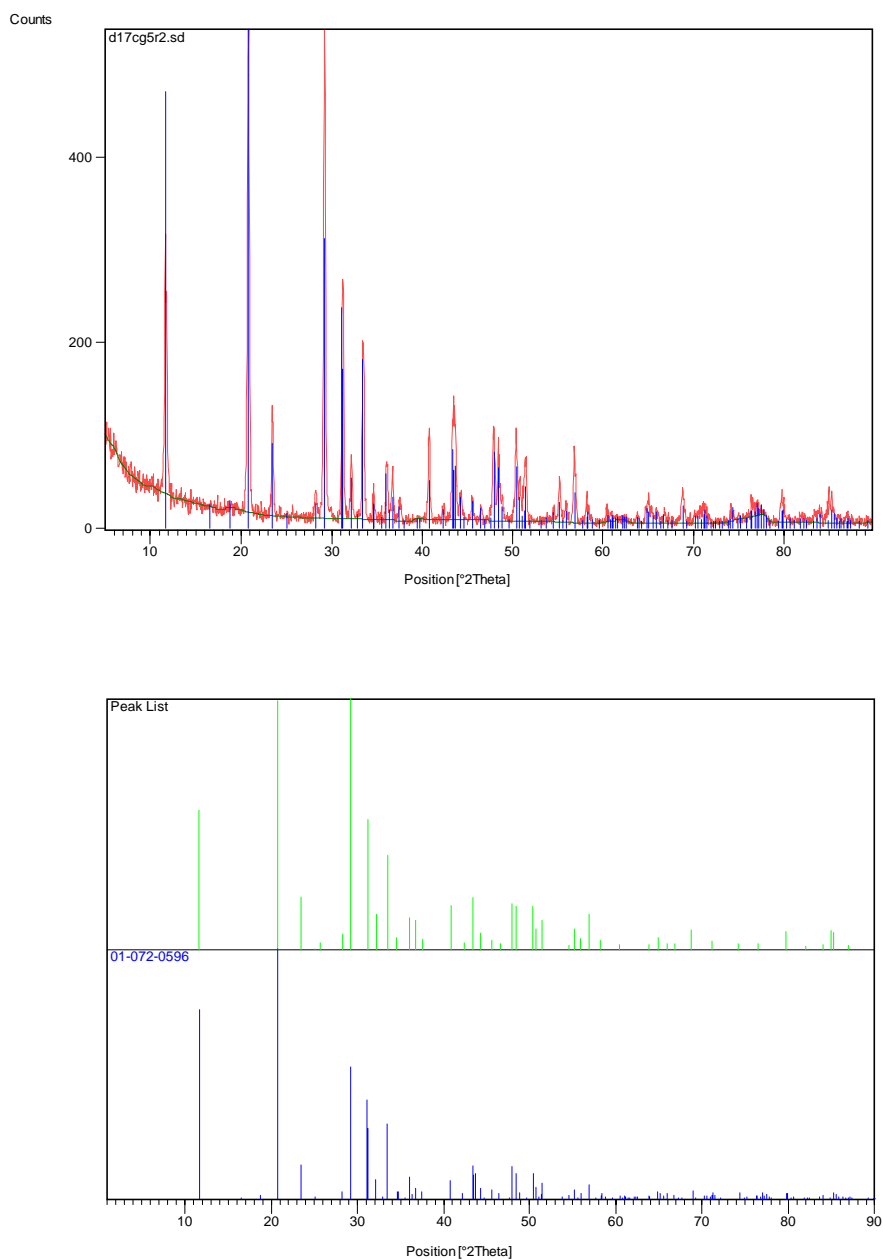


Fig. 23. Yeso obtenido a partir de un hemihidrato calentado a 120°C (ref.: DIH17CG5RAPOTRA). Difracción rayos X. Compuestos detectados: Yeso sulfato de calcio dihidrato. Difractograma de fases identificadas.

Tabla XIII. Análisis por difracción de rayos X de DIH16

Visible	Ref. Code	Score	Compound Name	Displacement [°2Th.]	Scale Factor	Chemical Formula
*	01-070-0982	48	Gypsum	0.000	0.527	Ca ₂ SO ₄ ·2H ₂ O

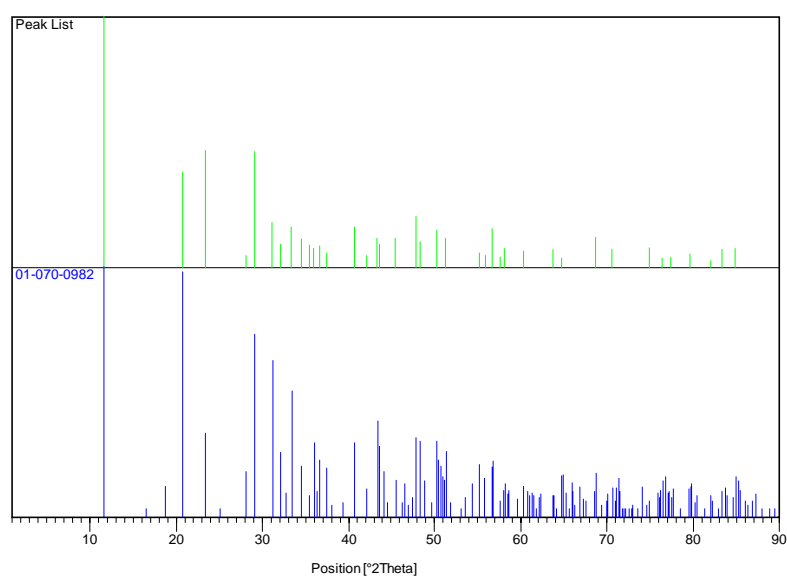
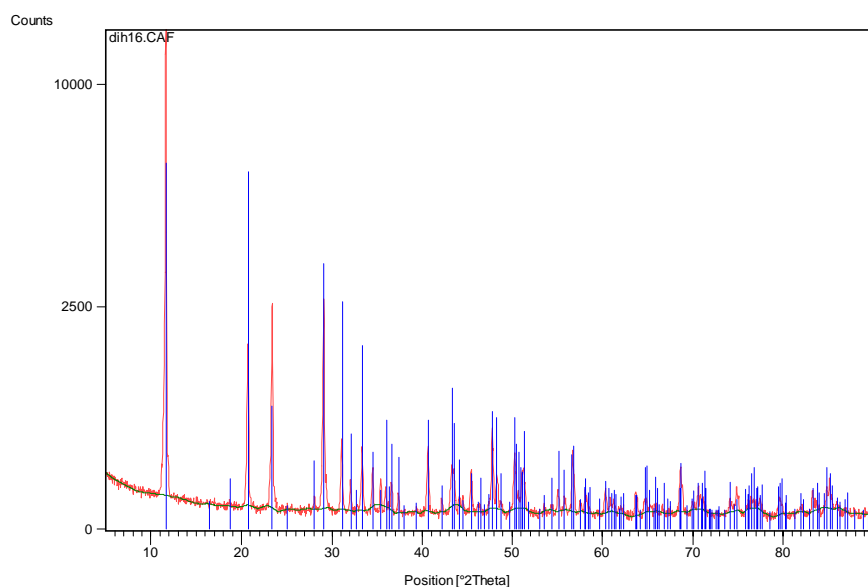


Fig. 24. Yeso mate obtenido a partir de anhidrita (ref.: DIH116). Difracción rayos X. Compuestos detectados: Yeso sulfato de calcio dihidrato. Difractograma de fases identificadas.

Tabla XIV. Análisis por difracción de rayos X de DIH16RAP

Visible	Ref. Code	Score	Compound Name	Displacement [°2Th.]	Scale Factor	Chemical Formula
*	01-072-0596	68	Gypsum	0.000	0.833	Ca ₂ SO ₄ ·2H ₂ O

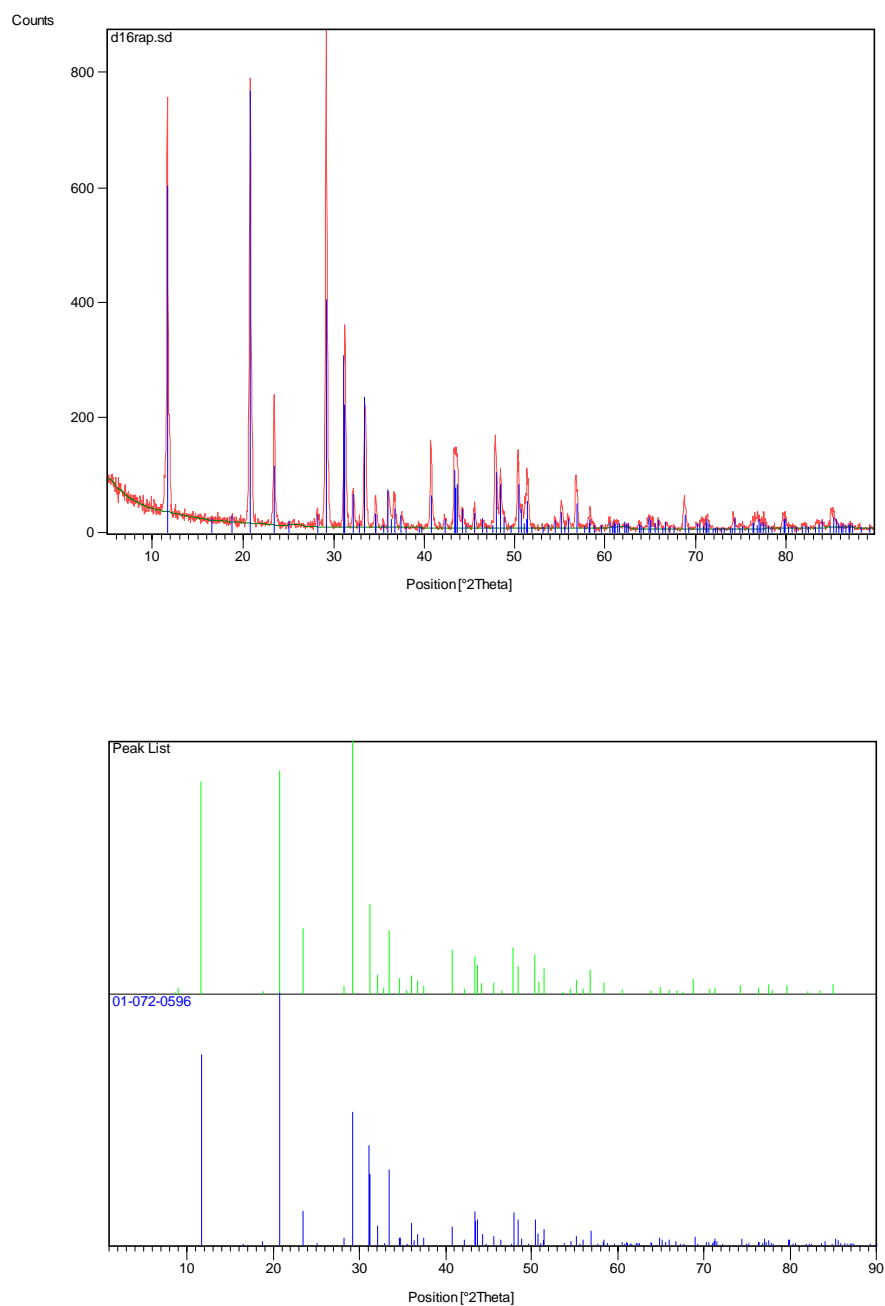


Fig. 25. Yeso obtenido a partir de anhidrita (ref.: DIH16RAP). Difracción rayos X. Compuestos detectados: Yeso sulfato de calcio dihidrato. Difractograma de fases identificadas.

Tabla XV. Análisis por difracción de rayos X de DIH16RAPOTRA

Visible	Ref. Code	Score	Compound Name	Displacement [°2Th.]	Scale Factor	Chemical Formula
*	01-074-1433	79	Gypsum	0.000	1.072	$\text{Ca}_2\text{SO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
*	01-072-0503	25	Anhydrite	0.000	0.071	CaSO_4

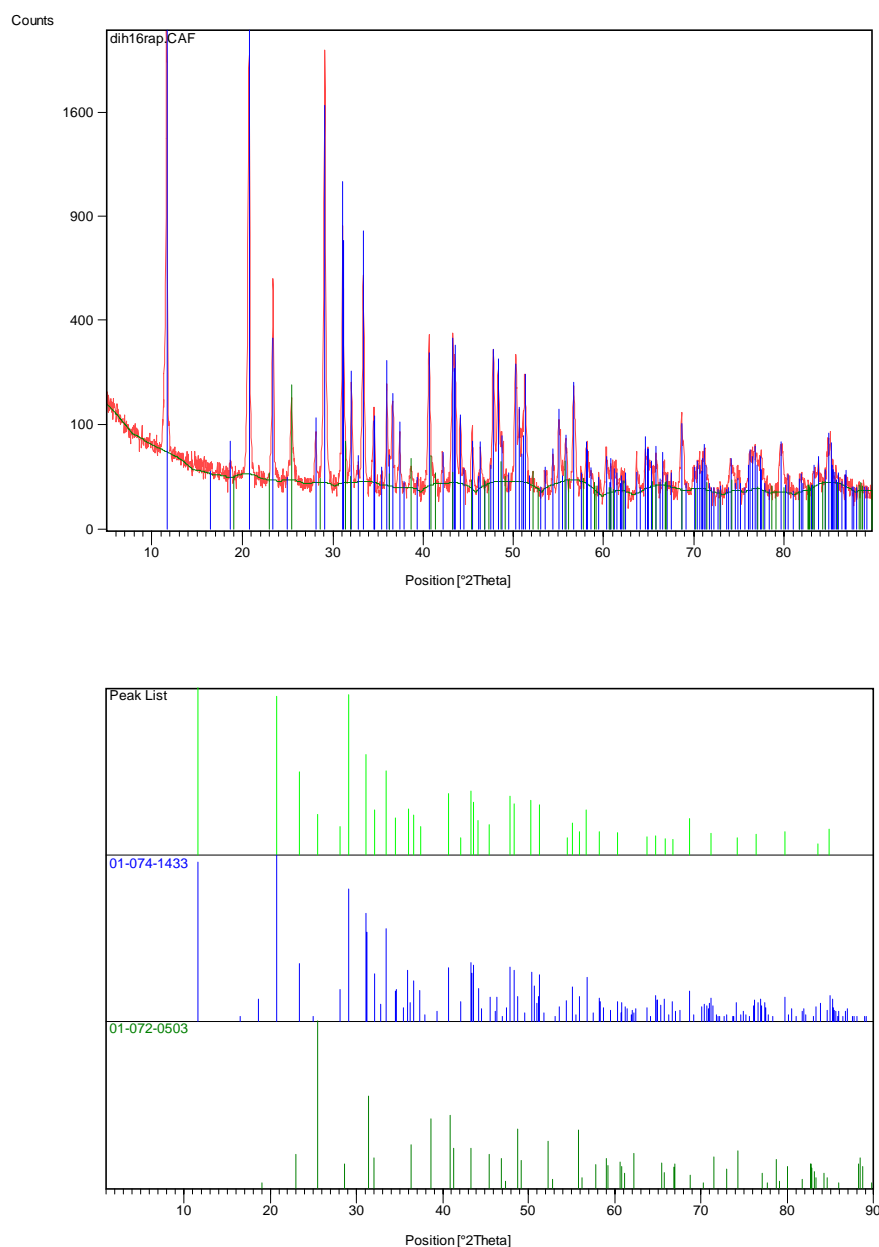


Fig. 26. Yeso obtenido a partir de anhidrita (ref.: DIH16RAPOTRA). Difracción rayos X. Compuestos detectados: Yeso sulfato de calcio dihidrato, anhidrita. Difractograma de fases identificadas.

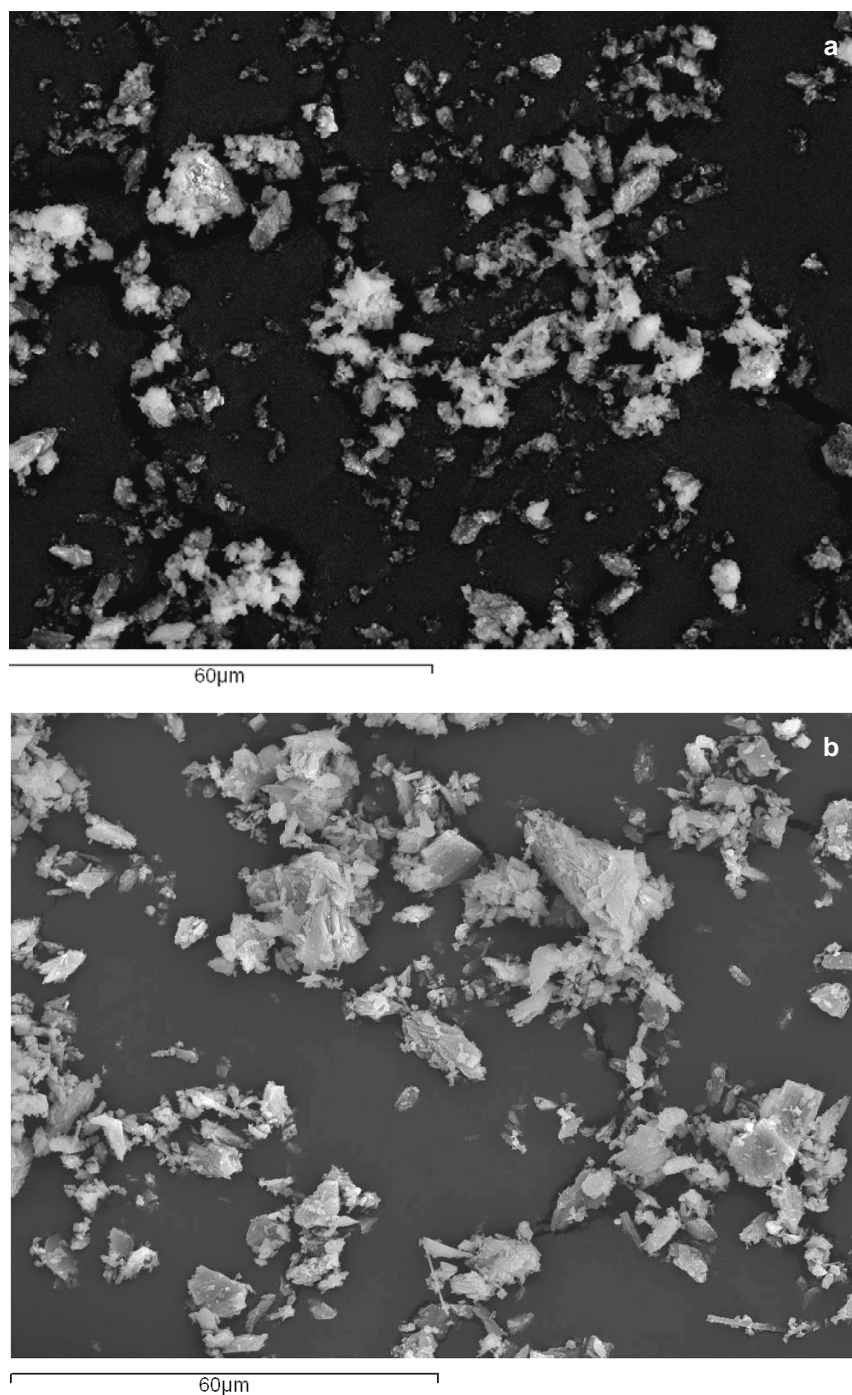


Fig. 27. Imágenes en MEB (electrones secundarios) de yeso grueso obtenido a 120°C (basanita, HEM17CG5) y yeso grueso producido a 300°C (anhidrita, HEM16). Ambos se han molido en molino automático de ágata durante 5 minutos.

a) HEM17CG5 (barra 60µm).

b) HEM16 (barra 60µm).

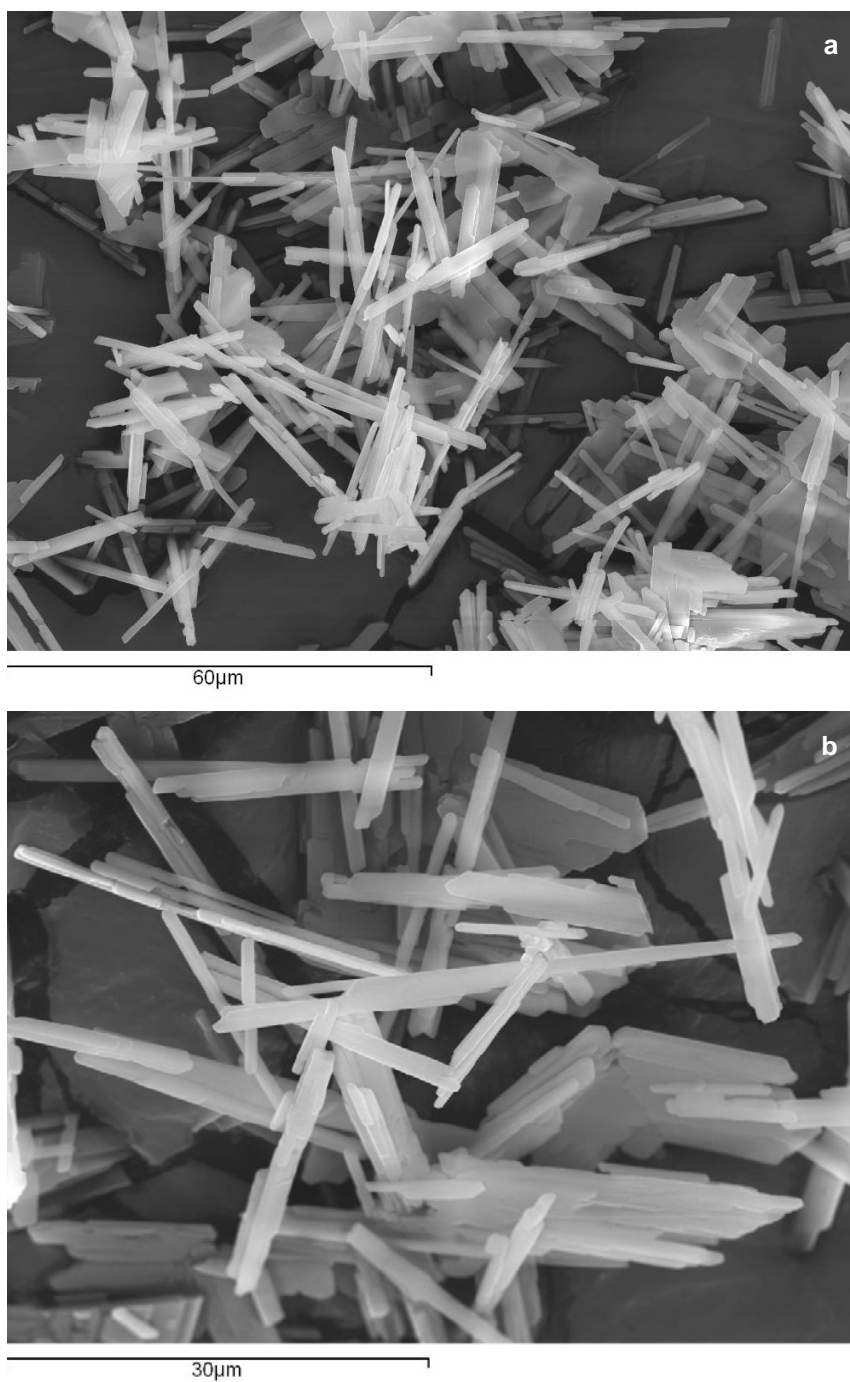


Fig. 28. Imágenes en MEB (electrones secundarios) de yeso mate («yeso de muchos días», DIH17CG5) obtenido a partir de basanita producida a 120° C (HEM17C G5).

a) Imagen general (barra 60µm).

b) Detalle a más aumentos del mismo yeso (barra 30µm).

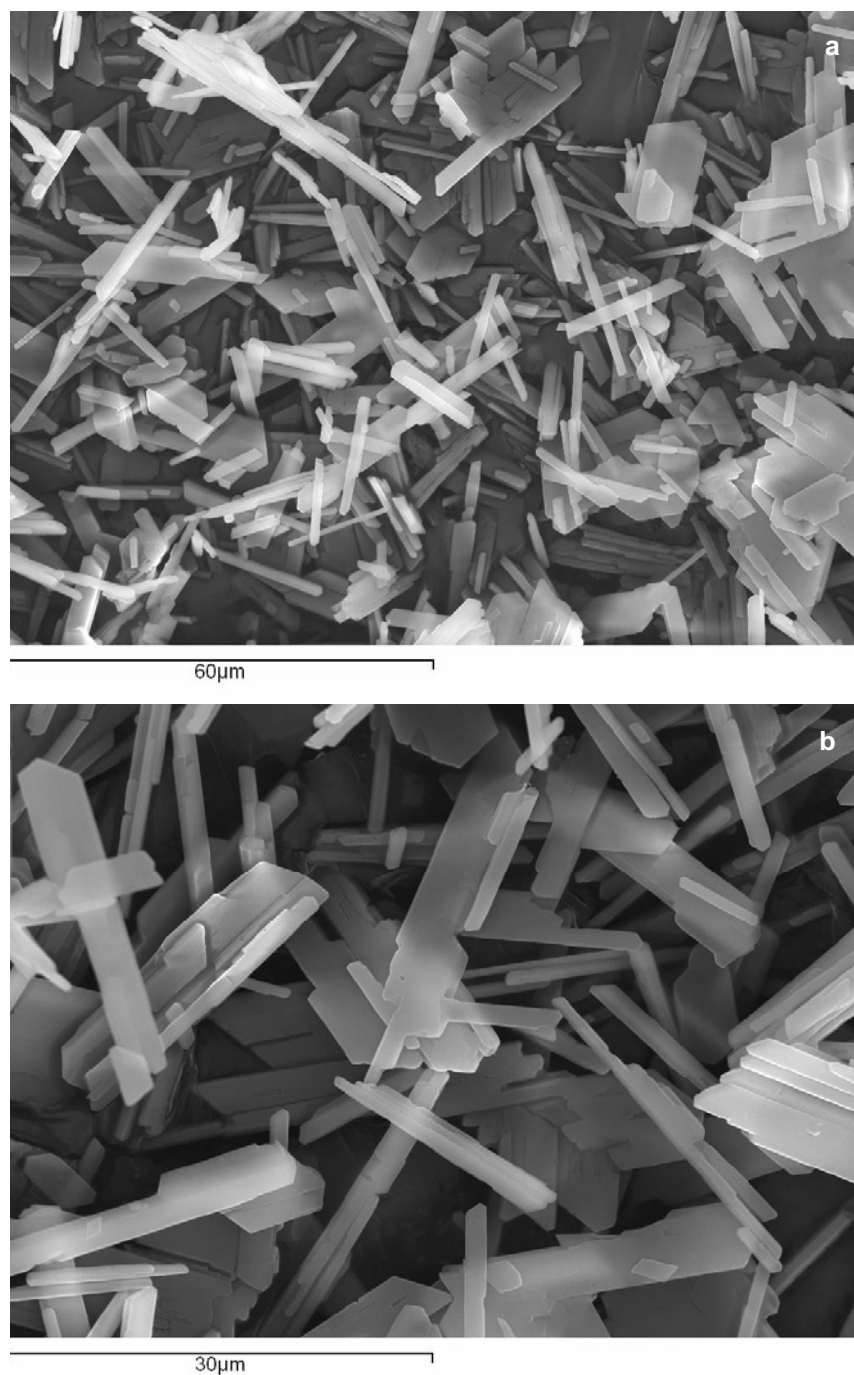


Fig. 29. Imágenes en MEB (electrones secundarios) de yeso mate («yeso de muchos días», DIH16) obtenido a partir de anhidrita producida a 300° C (HEM16 G5).

a) Imagen general (barra 60µm).

b) Detalle a más aumentos del mismo yeso (barra 30µm).

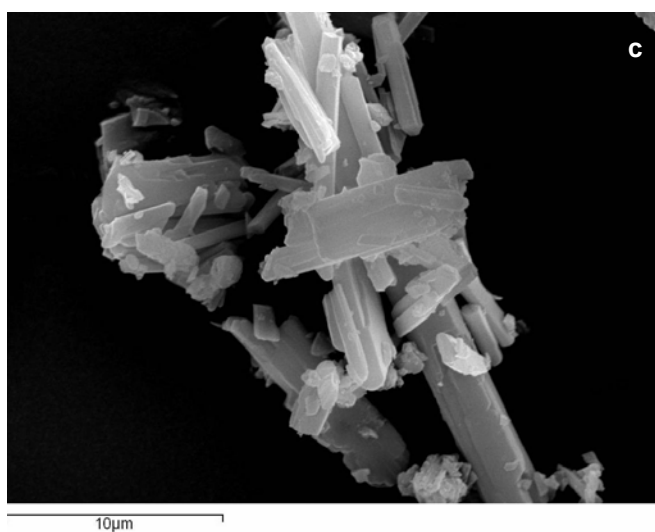
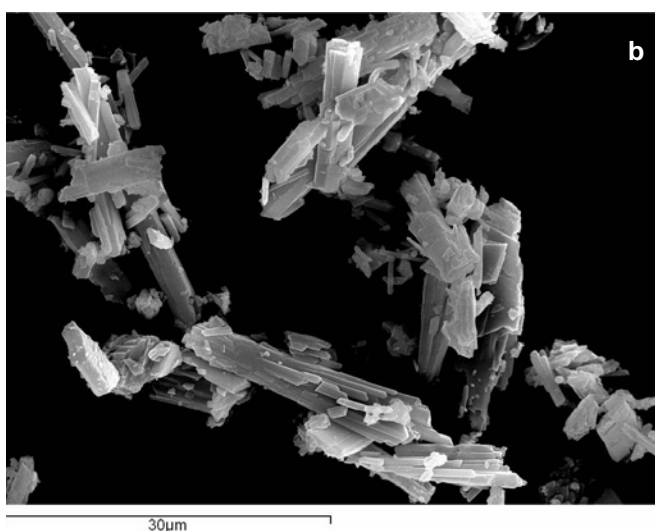
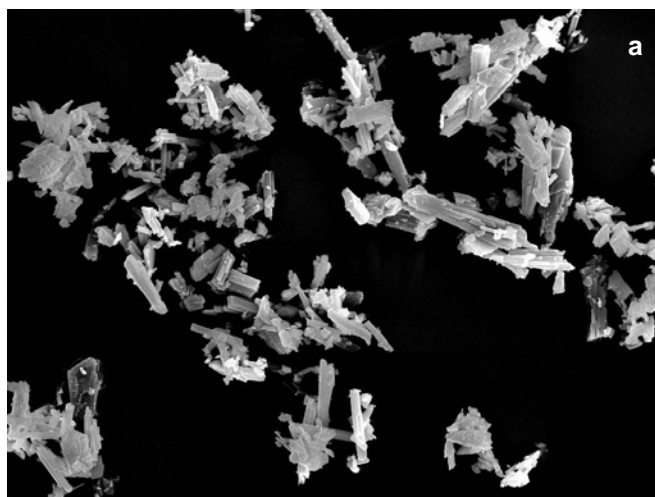


Fig. 30. Imágenes en MEB (electrones secundarios) de yeso (DIH17GG5RAP) obtenido a partir de basanita producida a 120° C (HEM17 G5).

a) Imagen general (barra 60µm).

b) Detalle con más aumentos del anterior (barra 30µm).

c) Detalle con más aumentos del anterior (barra 10µm).

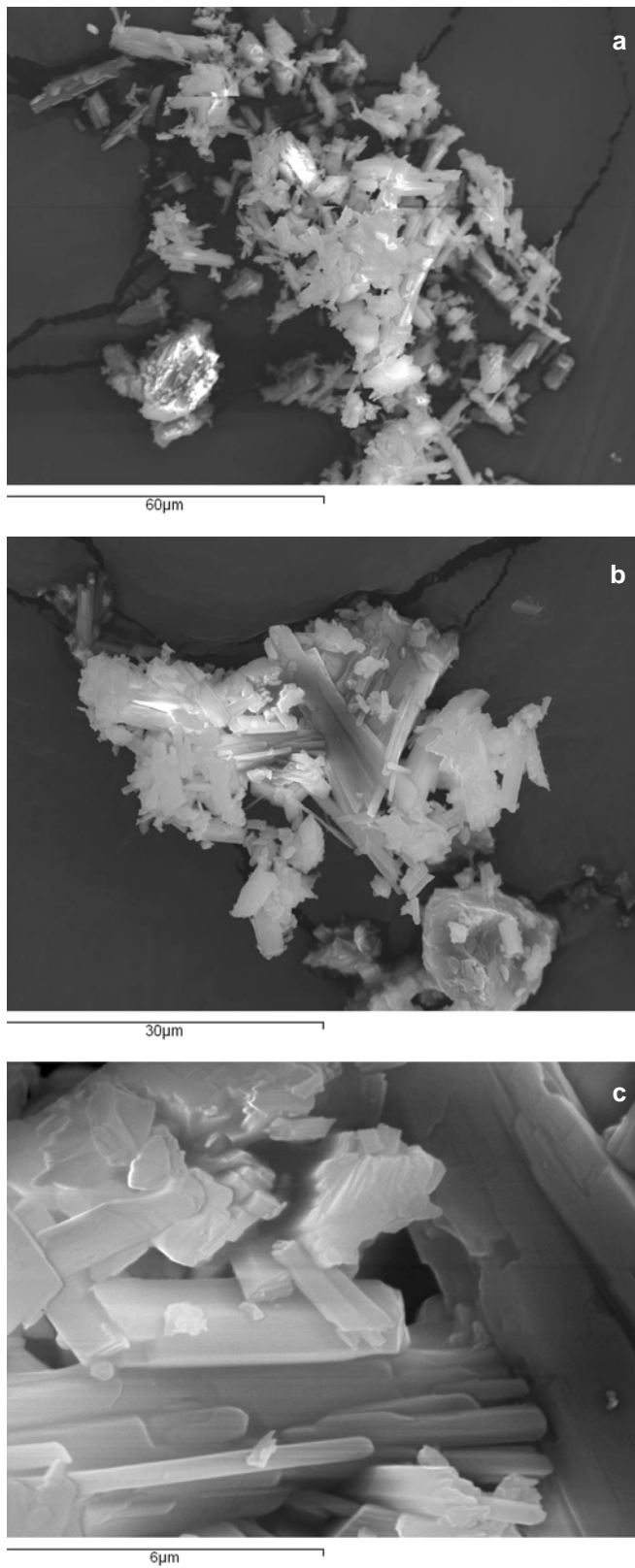


Fig. 31. Imágenes en MEB (electrones secundarios) de yeso (DIH17GG5RAPOTRA) obtenido a partir de basanita producida a 120° C (HEM17 G5).

- a) Imagen general (barra 60μm).
- b) Detalle con más aumentos de partículas íntimamente entrecruzadas (barra 30μm).
- c) Detalle del entrecruzamiento de las partículas (barra 6 μm).

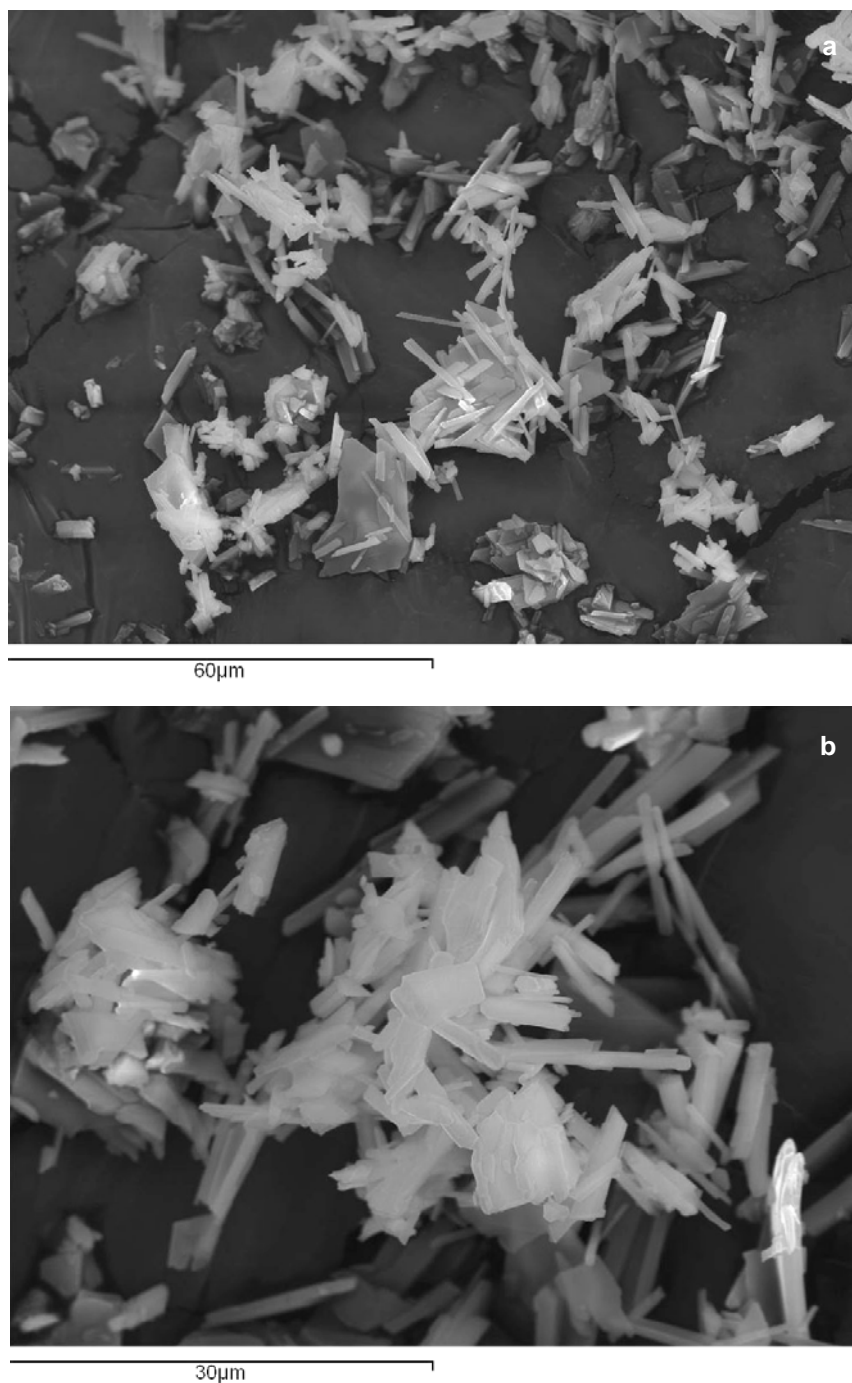


Fig. 32. Imágenes en MEB (electrones secundarios) de yeso (DIH16RAP) obtenido a partir de anhidrita producida a 300° C (HEM16 G5).

a) Imagen general (barra 60μm).

b) Detalle (barra 30μm). Se observa el entrecruzamiento de las partículas.

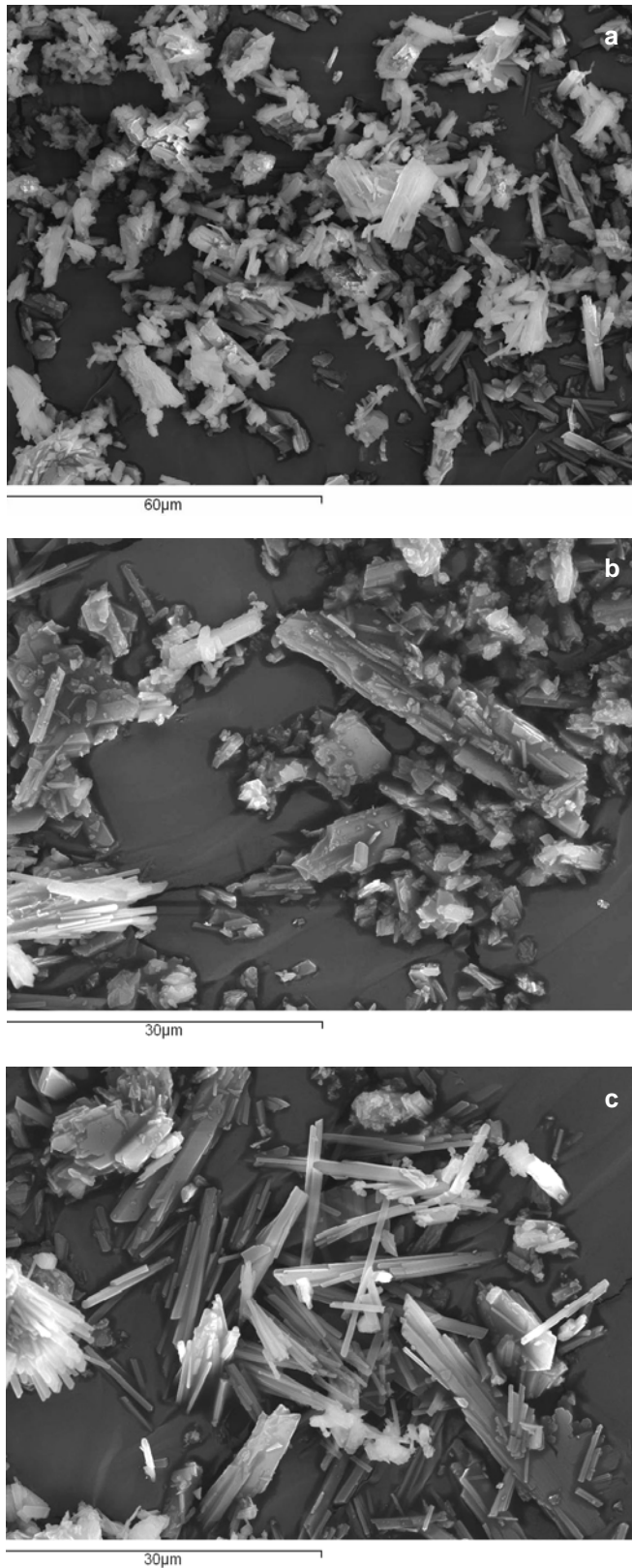


Fig. 33. Imágenes en MEB (electrones secundarios) de yeso DIH16RAPOTRA) obtenido a partir de anhidrita producida a 300° C (HEM16 G5).

- a) Imagen general (barra 60µm). Puede apreciarse el entrecruzamiento de las partículas.
- b) Detalle (barra 30µm). Las partículas no parecen presentar en su totalidad la morfología característica del yeso dihidrato.
- c) Detalle (barra 30µm).

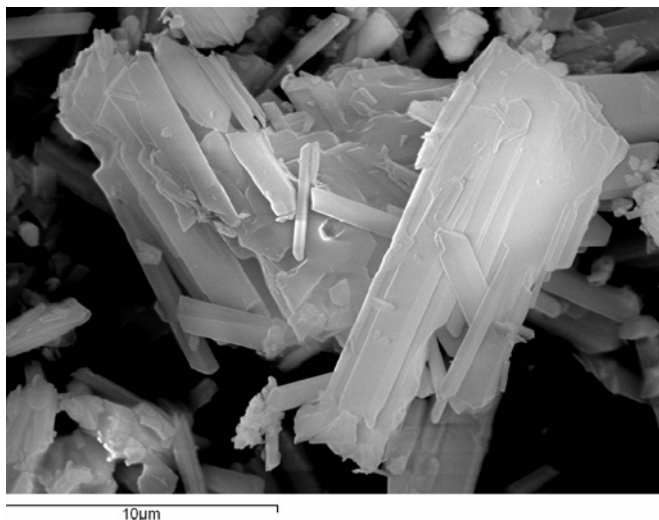


Fig. 34. Imagen en MEB (electrones secundarios) de yeso DIH16RAPOTRA) obtenido a partir de anhidrita producida a 300° C (HEM16 G5). Detalle (barra: 30µm).

VI. 3. Estudio morfológico y analítico de yesos comerciales expendidos bajo la denominación de «yeso mate» o «yeso de dorador»

Se ha realizado un estudio morfológico y analítico sobre diversos yesos comerciales que se expenden actualmente con el apelativo de «yeso mate» o «yeso de dorador», con el fin de que puedan apreciarse las divergencias morfológicas de éstos con respecto a los obtenidos de acuerdo a las directrices de los antiguos tratados y los correspondientes a obra real.

Algunos de estos productos aparecen etiquetados simplemente de acuerdo a estas denominaciones; otros, se venden con esta denominación y el nombre de la comercio donde se expende. En ocasiones, el material presenta el nombre del fabricante o la empresa que lo comercializa y, aunque el envase no especifique que contiene yeso mate o de dorador, el comerciante lo vende como tal.

La siguiente tabla aporta las referencias de los productos. Como se ha indicado, todos ellos, salvo el identificado como CARYAI (yeso alabastrino italiano), han sido vendidos como yeso mate o de dorador, a pesar de que el etiquetado no se refiera expresamente a este tipo de yeso.

Tabla XVI. Yesos mate o de dorador sometidos a examen

PRODUCTOS SOMETIDOS A ANÁLISIS
<p>Ref.: CARSCMF. Etiquetado: <i>Caremi. Sulfato cálcico micronizado fino. Yeso de dorador/yeso mate</i>. La denominación <i>Caremi</i> hace referencia a la casa que comercializa este material.</p>
<p>Ref.: CARYAI. Etiquetado: <i>Caremi. Yeso alabastrino italiano</i>. La denominación <i>Caremi</i> hace referencia a la casa que comercializa este material.</p>
<p>Ref.: PINTOR. Etiquetado: <i>Conesland bricolaje. Blanco de pintor</i>. Yeso comercial expendido como yeso mate o de dorador, aunque en el etiquetado no se aportan referencias a este contenido.</p>
<p>Ref.: LEUCO. Etiquetado: <i>Leucofiler L-50</i>. Yeso comercial expendido como yeso mate o de dorador, aunque en el etiquetado no se aportan referencias a este contenido.</p>
<p>Ref.: SULFCAL. Etiquetado: <i>Manuel Riesgo. S. A. Calcio sulfato (blanco atomizado/yeso mate)</i>. La denominación <i>Manuel Riesgo S. A.</i> hace referencia al comercio que lo expende.</p>
<p>Ref.: YESO MAT IMP. Etiquetado: <i>Yeso matizado impalpable</i>. Se expende como yeso mate. No figura el nombre del fabricante o casa que lo comercializa.</p>
<p>Ref.: YMDB. Etiquetado: <i>M. Barrero. Yeso mate dorador</i>. La denominación <i>M. Barrero</i> hace referencia al comercio que lo expende.</p>
<p>Ref.: YMDM. Yeso comercial etiquetado con el nombre de <i>Yeso mate dorador</i>. No figura el nombre del fabricante o casa que lo comercializa.</p>
<p>Ref.: CAR YMB. Etiquetado: <i>Caremi. Yeso mate de Bolonia</i>. La denominación <i>Caremi</i> hace referencia a la casa que comercializa este material.</p>
<p>Ref.: CAR YSPF. Etiquetado: <i>Caremi. Yeso sutil en polvo fino. Receta tradicional de Cennino Cennini</i>. La denominación <i>Caremi</i> hace referencia a la casa que comercializa este material.</p>

En el estudio llevado a cabo sobre estos productos se ha empleado microscopía electrónica de barrido (MEB) y difracción de rayos X. Las páginas siguientes muestran los resultados obtenidos.

Con respecto a los resultados referentes a la composición de estos materiales, debe subrayarse que únicamente en tres casos el producto responde a la composición química del yeso mate, es decir, sulfato de calcio dihidrato.

Por otra parte, la mayoría de los materiales analizados se componen de yeso y anhidrita. Entra dentro de este grupo un material (ref. CARYSPF) del que incluso se destaca en su etiquetado que ha sido elaborado de acuerdo a la receta de Cennino Cennini y que, por tanto, debería componerse únicamente de dihidrato. Por otra parte, el producto etiquetado como yeso alabastrino italiano (ref. CARYAI) el único que, en realidad, no ha sido vendido como yeso mate contiene, además de yeso y anhidrita, fosfato tricálcico $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, magnesita $\text{Mg}(\text{CO}_3)$ y monóxido de plomo (PbO).

En ningún caso se ha observado que la morfología correspondiente a los yesos dihidrato que forman parte de estos productos pueda identificarse con la observada en los productos obtenidos a resultas de seguir las prescripciones de los tratadistas y, por ende, con la que ha podido apreciarse en las preparaciones correspondientes a obra real. Sin embargo, debe destacarse que algunas partículas de los yesos dihidrato presentan morfología prismática y tabular y en ellas pueden apreciarse las etapas de crecimiento de los cristales, como ha podido observarse en algunos cristales de los yesos mate obtenidos a resultas de seguir las instrucciones de los tratadistas (figs. 35b, 41b, 44b, 47b, 50c, 53c, 56b, 59bb, 62b).

Por otra parte, es muy probable que los productos hayan sufrido una molienda, lo que ha dado lugar, en algunos casos, a la pérdida parcial de las características morfológicas de sus partículas, lo que no es especialmente deseable en el caso del yeso mate si se emplea en el proceso del dorado al agua bruñido, ya que precisamente esta morfología hace de él un material especialmente adecuado para este fin, como se ha indicado en diversas ocasiones.

En todo caso, el proceso de elaboración de los yesos mate comercializados no parece haberse llevado a cabo de la manera tradicional. Debe indicarse, no obstante, que algunos de estos productos presentan un precio relativamente elevado, pese a su abundancia en la naturaleza y su sencillo proceso de transformación.

Ref.: CARSCMF

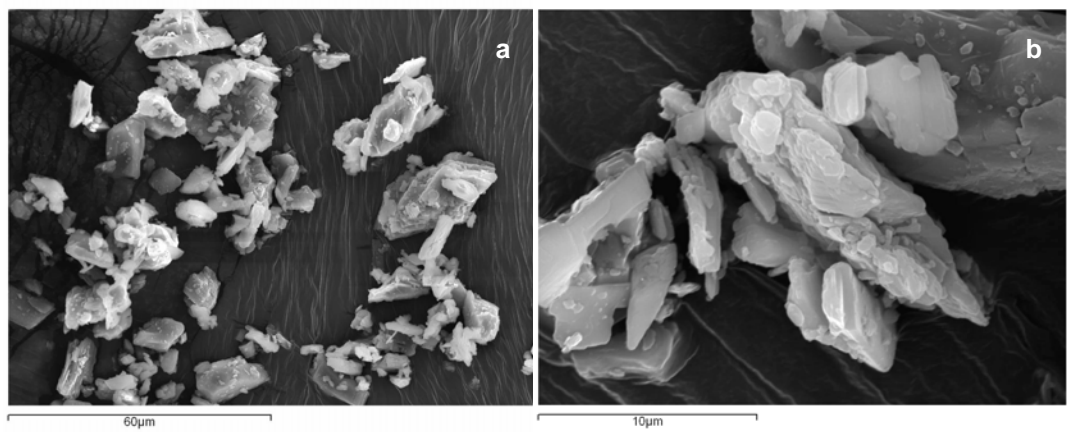


Fig. 35. Yeso comercial etiquetado como *Caremi*. *Sulfato cálcico micronizado fino*, *Yeso de dorador/yeso mate* y expendido como tal en el comercio (ref. CARSCMF). Imágenes de MEB.

- a) Imagen general. Barra: 60µm.
b) Detalle de algunas partículas en las que pueden apreciarse rasgos morfológicos de un yeso dihidrato. Asimismo, parecen observarse aún partículas que conservan las características microfisuras de retracción de un yeso sometido a calentamiento. Barra: 10µm.

Tabla XVII. Análisis por difracción de rayos X de CARSCMF

Visible	Ref. Code	Score	Compound Name	Displacement [°2Th.]	Scale Factor	Chemical Formula
*	00-033-0311	68	Gypsum, syn	0,000	0,445	CaSO ₄ · 2H ₂ O
*	00-037-1496	33	Anhydrite, syn	0,000	0,140	CaSO ₄

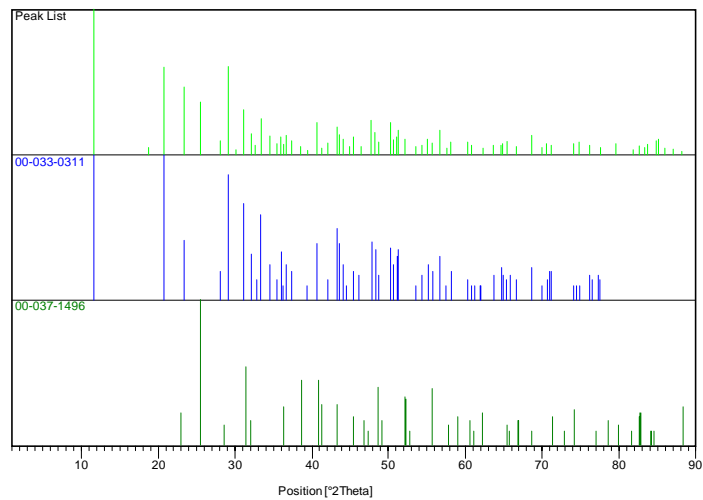


Fig. 36. Yeso comercial etiquetado como *Caremi*. *Sulfato cálcico micronizado fino*, *Yeso de dorador/yeso mate* (ref. CARSCMF). Gráfico de fases identificadas. Compuestos detectados: Yeso dihidrato, anhidrita.

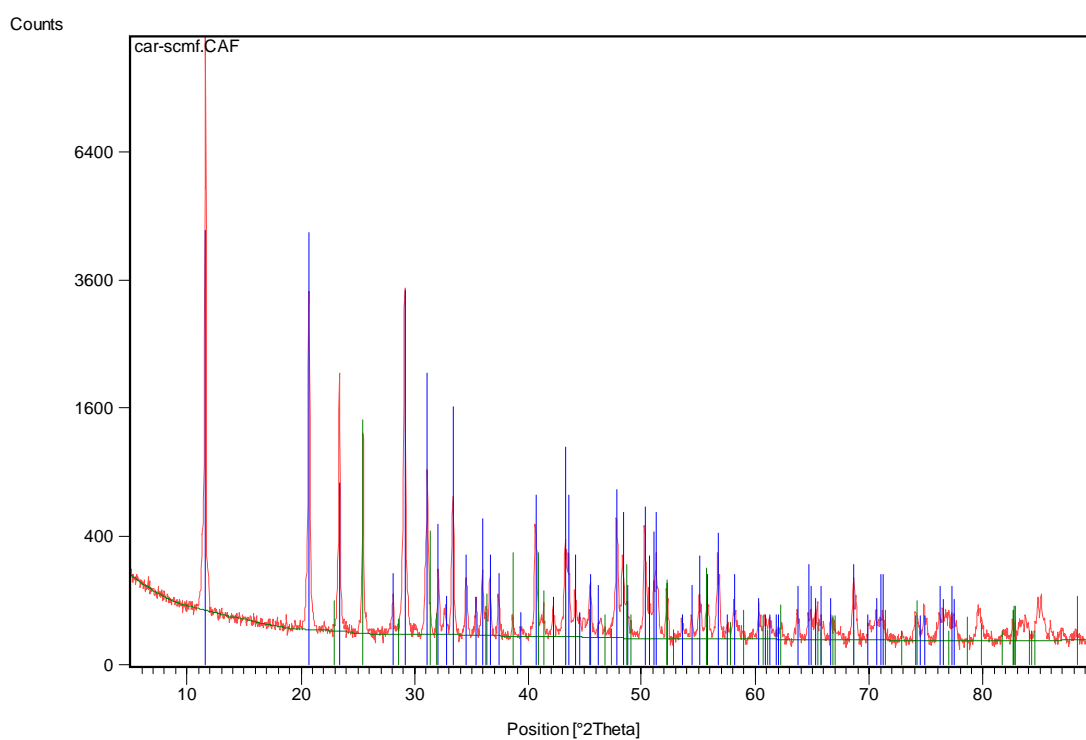


Fig. 37. Yeso comercial etiquetado como *Caremi*. *Sulfato cálcico micronizado fino*. *Yeso de dorador/yeso mate* (ref. CARSCMF). Difractograma. Compuestos detectados: Yeso dihidrato, anhidrita.

Ref.: CARYAI

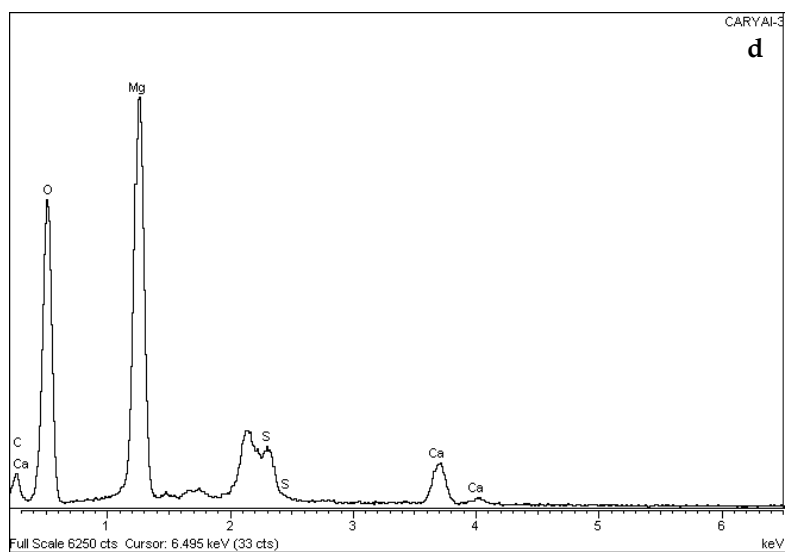
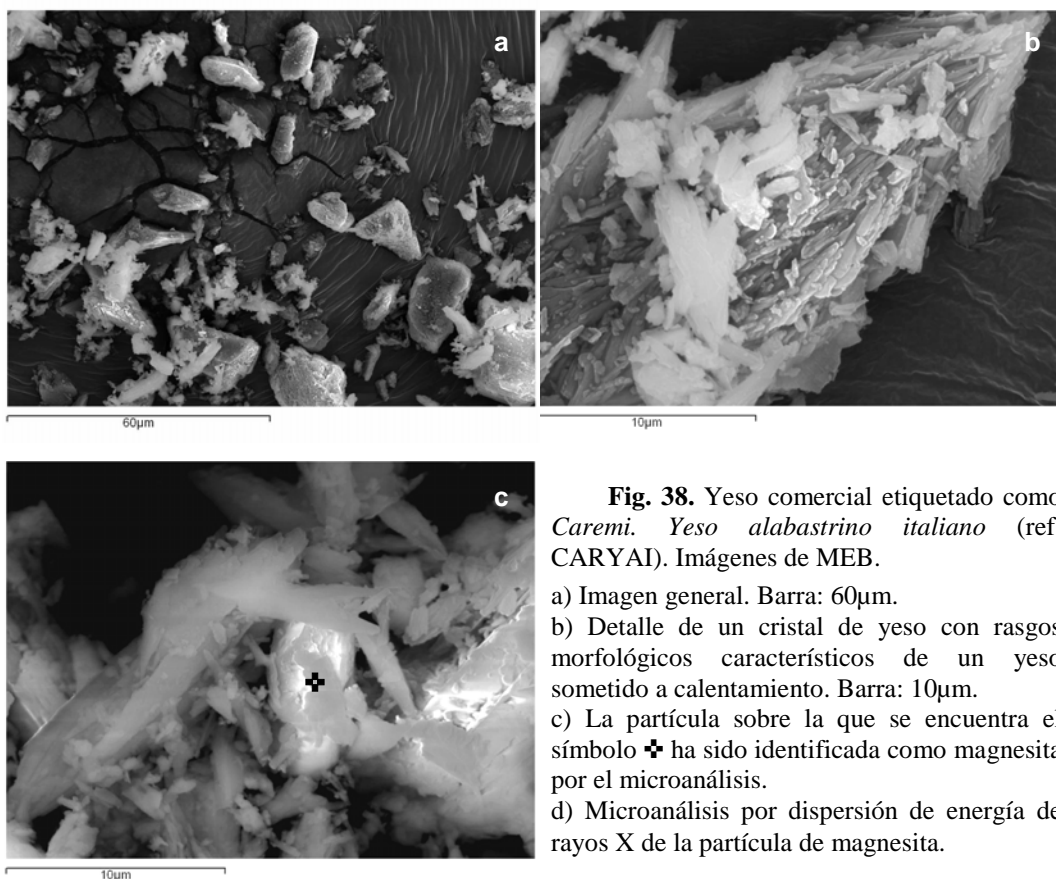


Tabla XVIII. Análisis por difracción de rayos X de CARYAI

Visible	Ref. Code	Score	Compound Name	Displacement [°2Th.]	Scale Factor	Chemical Formula
*	01-081-1848	72	Calcium Sulfate Hydrate	0,000	0,577	$\text{CaSO}_4 \cdot 0.5\text{H}_2\text{O}$
*	01-072-0916	56	Anhydrite	0,000	0,408	CaSO_4
*	00-001-0941	21	Calcium Phosphate Oxide	0,000	0,091	$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$
*	01-086-0175	22	Magnesite, syn	0,000	0,021	$\text{Mg}(\text{CO}_3)$

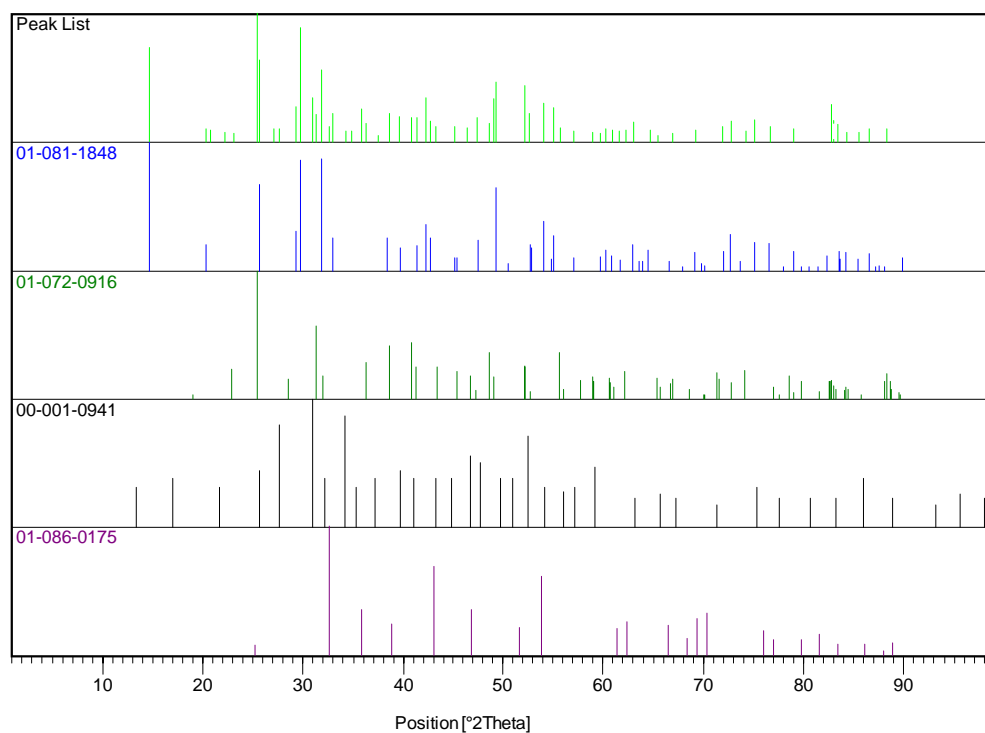


Fig. 39. Yeso comercial etiquetado como *Caremi. Yeso alabastrino italiano* (ref. CARYAI). Gráfico de fases identificadas. Compuestos detectados: Yeso hemihidrato, anhidrita, fosfato tricálcico, magnesita.

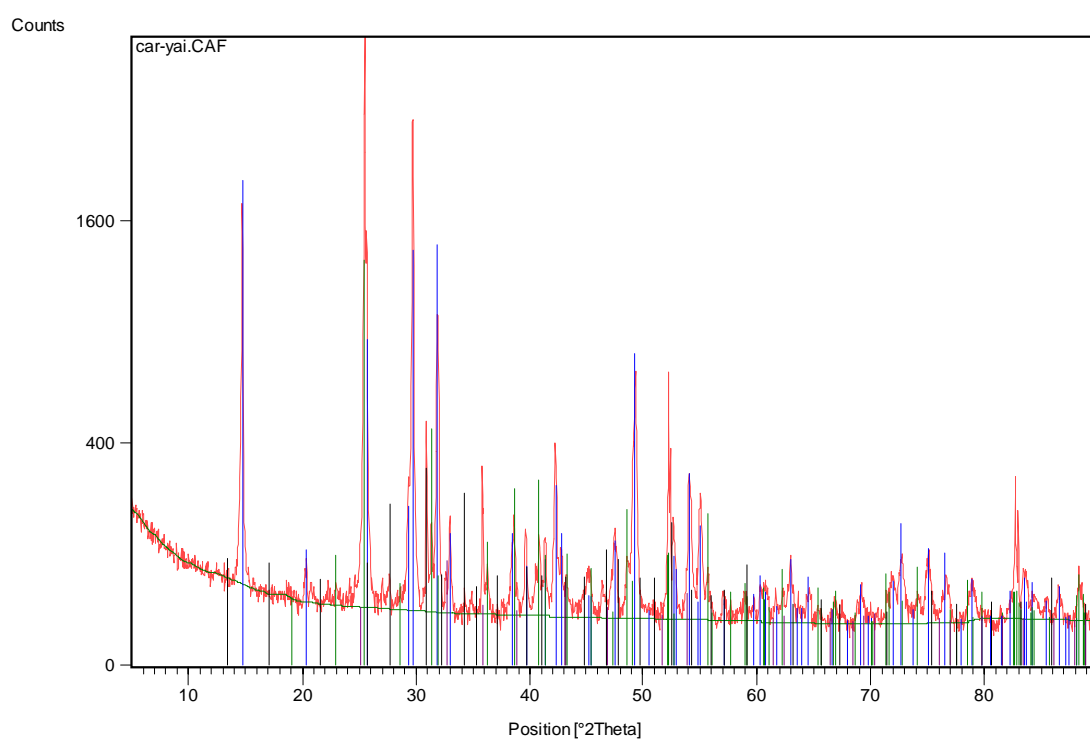


Fig. 40. Yeso comercial etiquetado como *Caremi. Yeso alabastrino italiano* (ref. CARYAI). Difractograma. Compuestos detectados: Yeso hemihidrato, anhidrita, fosfato tricálcico, magnesita.

Ref.: PINTOR

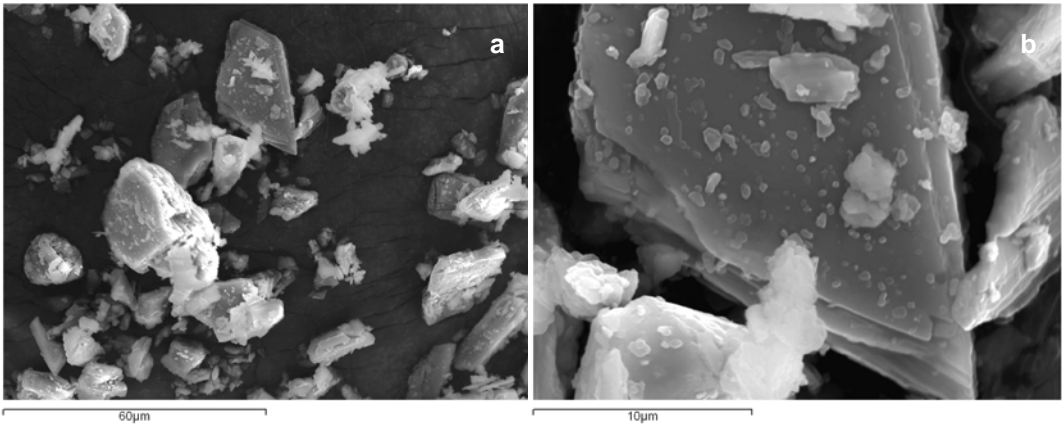


Fig. 41. Yeso comercial etiquetado como *Conesland bricolaje. Blanco de pintor*, pero expendido como yeso mate o de dorador (ref. PINTOR). Imágenes de MEB.

a) Imagen general. Barra: 60µm.

b) Detalle de un cristal de yeso con rasgos morfológicos característicos de un yeso dihidrato. Pueden apreciarse en él sus etapas de crecimiento. Barra: 10µm.

Tabla XIX. Análisis por difracción de rayos X de PINTOR

Visible	Ref. Code	Score	Compound Name	Displacement [°2Th.]	Scale Factor	Chemical Formula
*	00-033-0311	59	Gypsum, syn	0,000	0,322	CaSO ₄ · 2H ₂ O

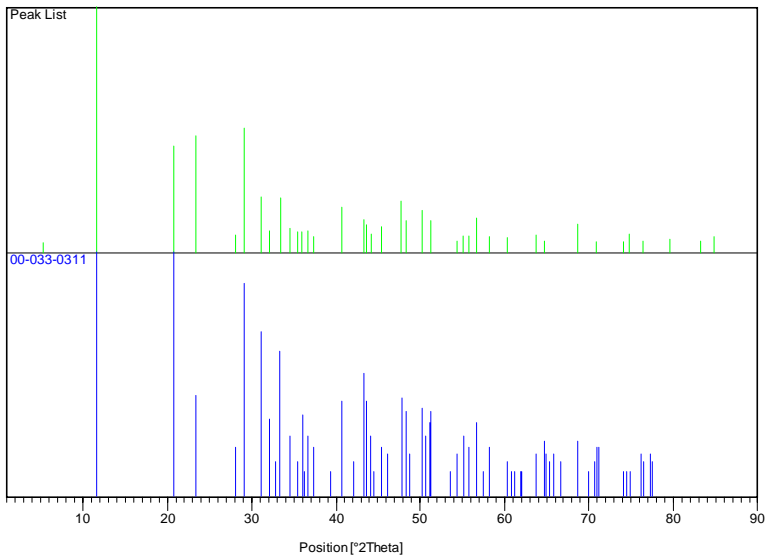


Fig. 42. Yeso comercial etiquetado como *Conesland bricolaje. Blanco de pintor* (ref. PINTOR). Gráfico de fases identificadas. Compuestos detectados: Yeso dihidrato.

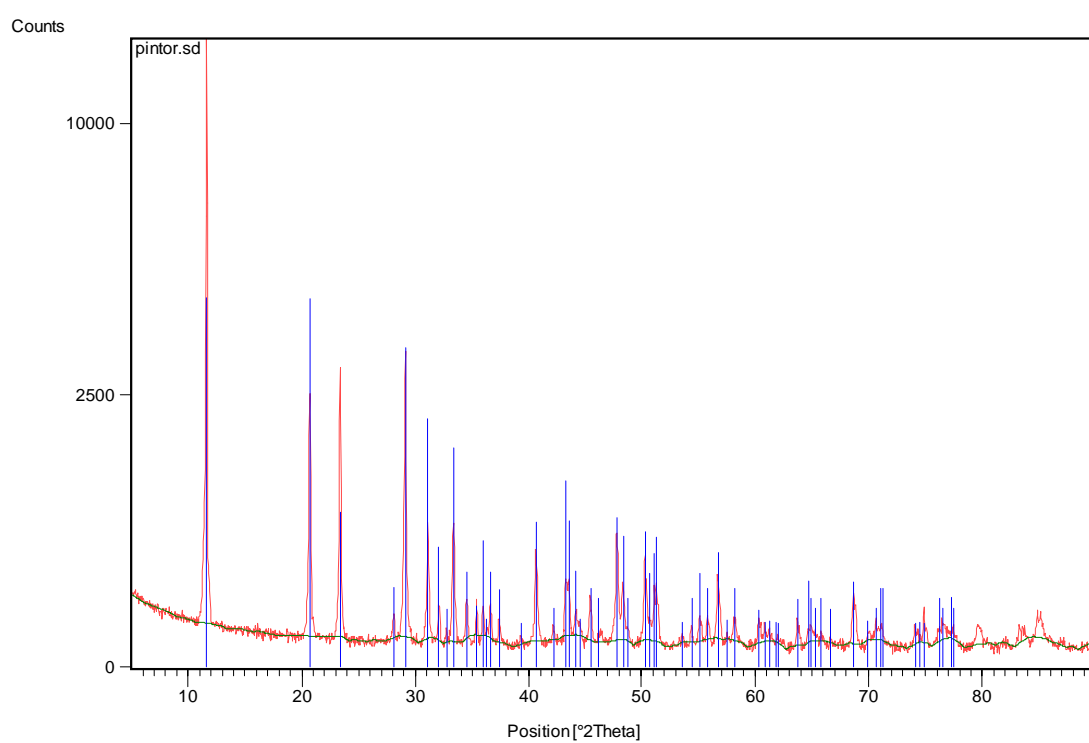


Fig. 43. Yeso comercial etiquetado como *Conesland bricolaje. Blanco de pintor* (ref. PINTOR). Difractograma. Compuestos detectados: Yeso dihidrato.

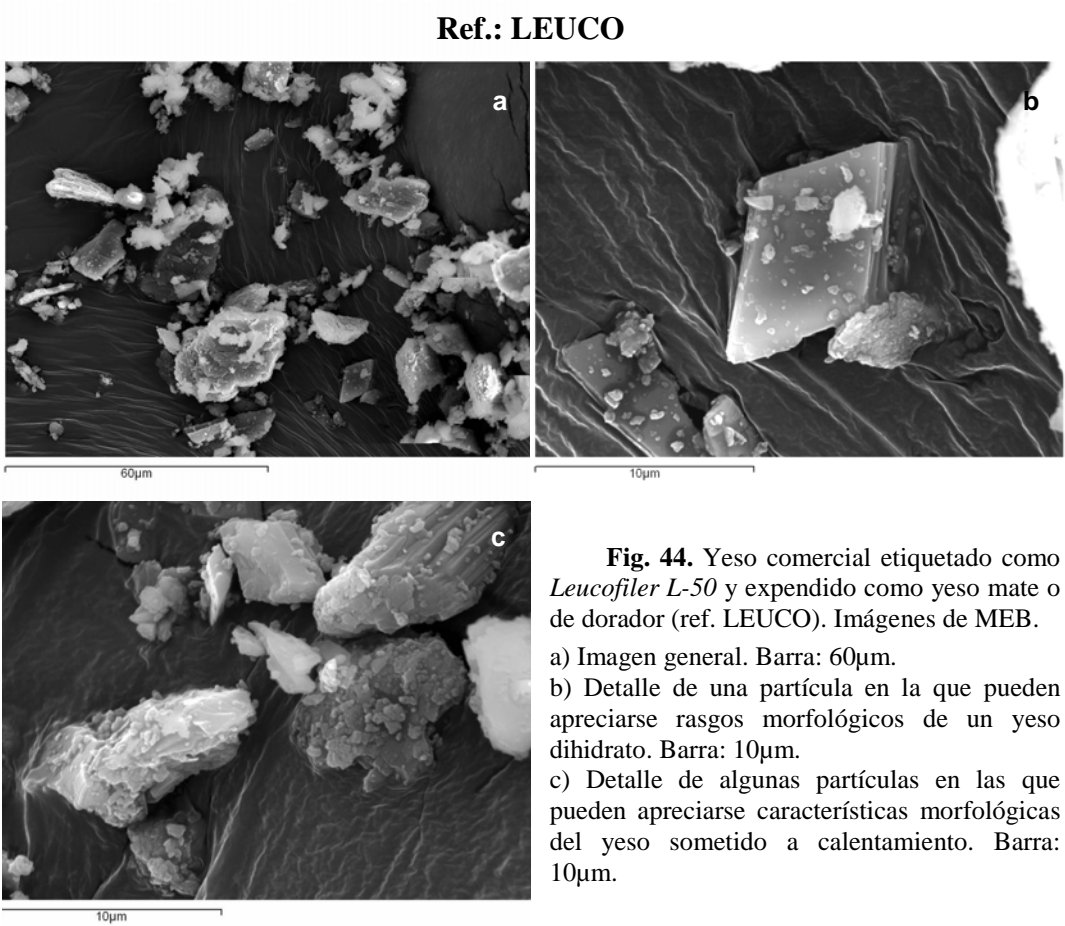


Fig. 44. Yeso comercial etiquetado como *Leucofiler L-50* y expendido como yeso mate o de dorador (ref. LEUCO). Imágenes de MEB.

a) Imagen general. Barra: 60µm.

b) Detalle de una partícula en la que pueden apreciarse rasgos morfológicos de un yeso dihidrato. Barra: 10µm.

c) Detalle de algunas partículas en las que pueden apreciarse características morfológicas del yeso sometido a calentamiento. Barra: 10µm.

Tabla XX. Análisis por difracción de rayos X de LEUCO

Visible	Ref. Code	Score	Compound Name	Displacement [°2Th.]	Scale Factor	Chemical Formula
*	00-033-0311	69	Gypsum, syn	0,000	0,426	CaSO ₄ · 2H ₂ O
*	00-037-1496	40	Anhydrite, syn	0,000	0,202	CaSO ₄

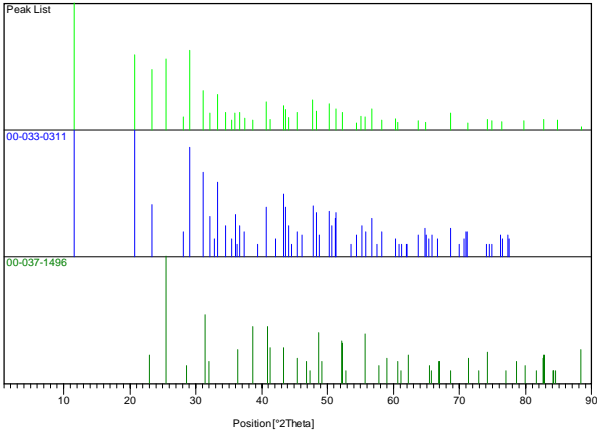


Fig. 45. Yeso comercial etiquetado como *Leucofiler L-50* y expendido como yeso mate o de dorador (ref. LEUCO). Gráfico de fases identificadas. Compuestos detectados: Yeso dihidrato, anhidrita.

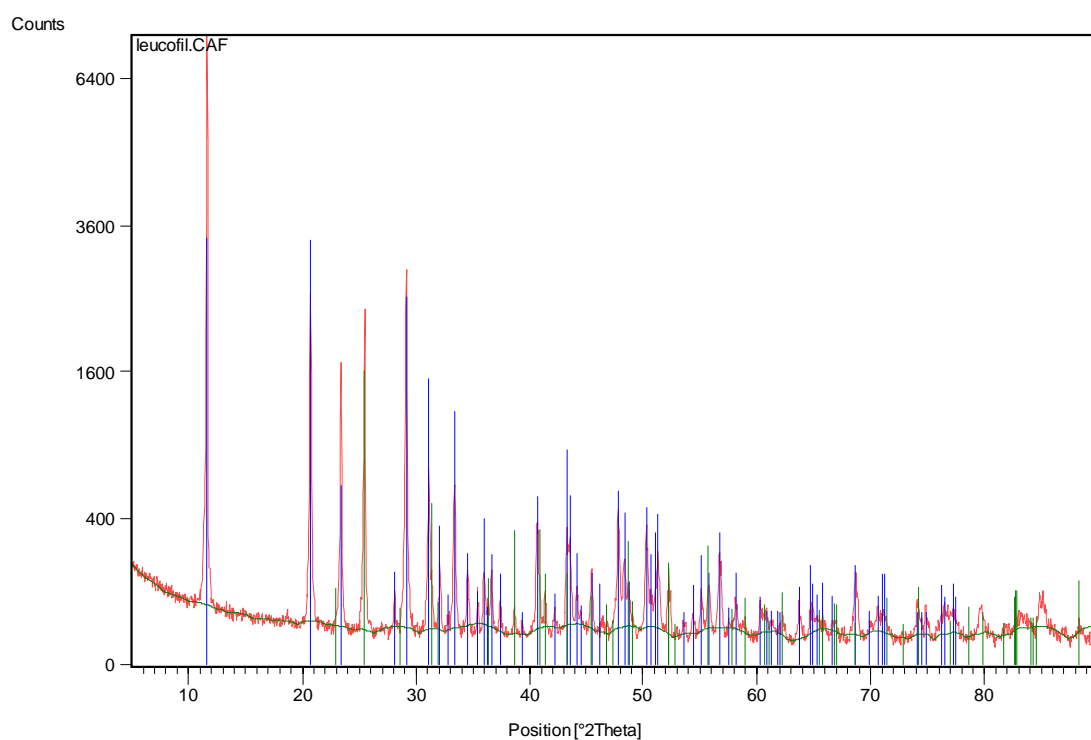


Fig. 46. Yeso comercial etiquetado como *Leucofiler L-50* y expendido como yeso mate o de dorador (ref. LEUCO). Difractograma. Compuestos detectados: Yeso dihidrato, anhidrita.

Ref.: SULFCAL

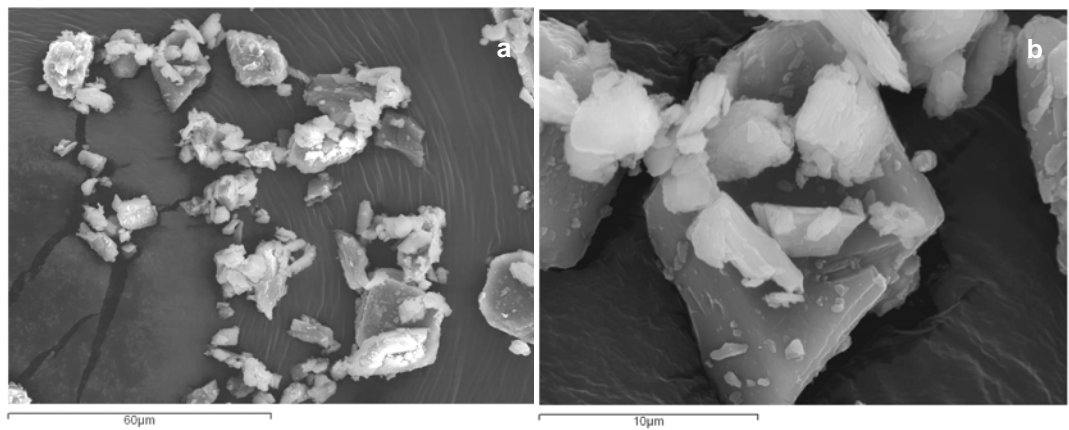


Fig. 47. Yeso comercial etiquetado como *Manuel Riesgo. S. A. Calcio sulfato (blanco atomizado/yeso mate)* (ref. SULFCAL). Imágenes de MEB.
a) Imagen general. Barra: 60µm.
b) Detalle de algunas partículas en las que pueden apreciarse rasgos morfológicos de un yeso dihidrato. Barra: 10µm.

Tabla XXI. Análisis por difracción de rayos X de SULFCAL

Visible	Ref. Code	Score	Compound Name	Displacement [°2Th.]	Scale Factor	Chemical Formula
*	00-033-0311	67	Gypsum, syn	0,000	0,686	CaSO ₄ · 2H ₂ O

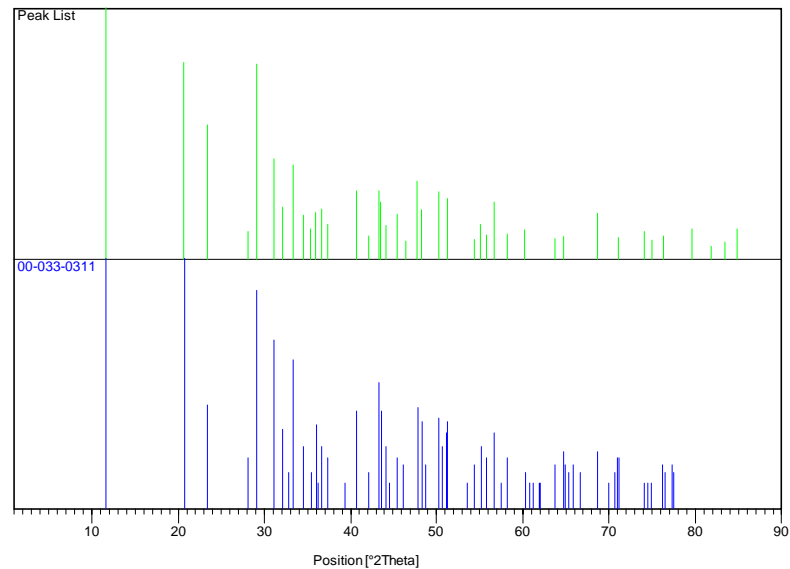


Fig. 48. Yeso comercial etiquetado como *Manuel Riesgo. S. A. Calcio sulfato (blanco atomizado/yeso mate)* (ref. SULFCAL). Gráfico de fases identificadas. Compuestos detectados: yeso dihidrato.

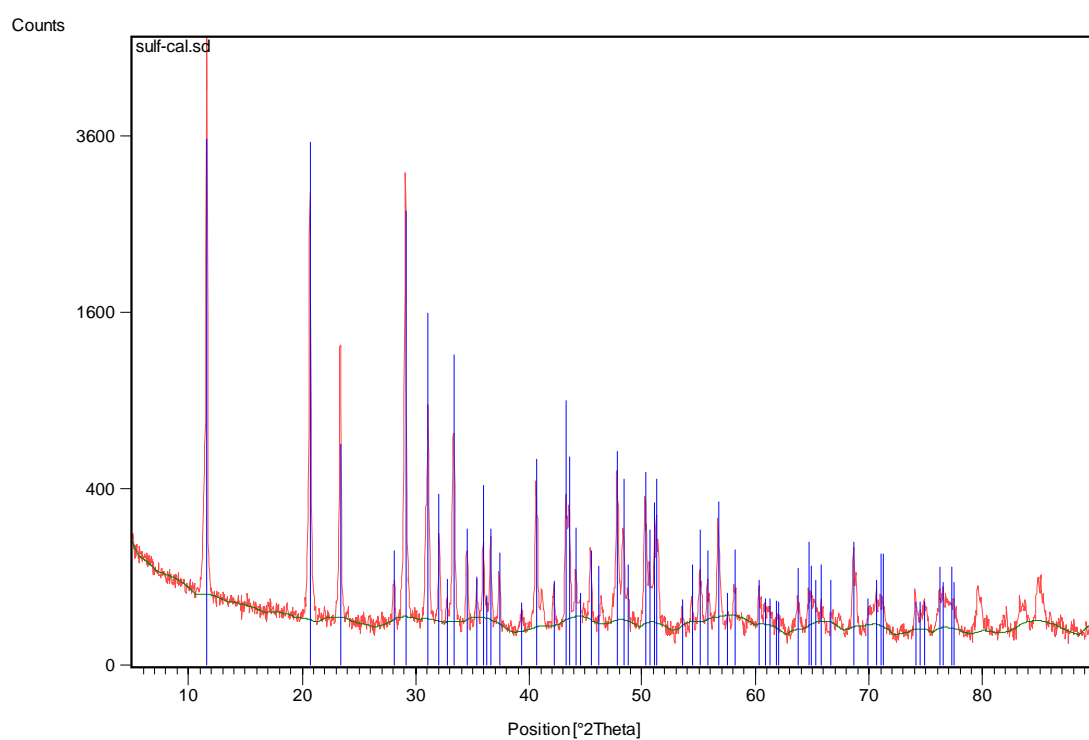


Fig. 49. Yeso comercial etiquetado como *Manuel Riesgo. S. A. Calcio sulfato (blanco atomizado/yeso mate)* (ref. SULFCAL). Difractograma. Compuestos detectados: yeso dihidrato.

Ref.: YESO MAT IMP

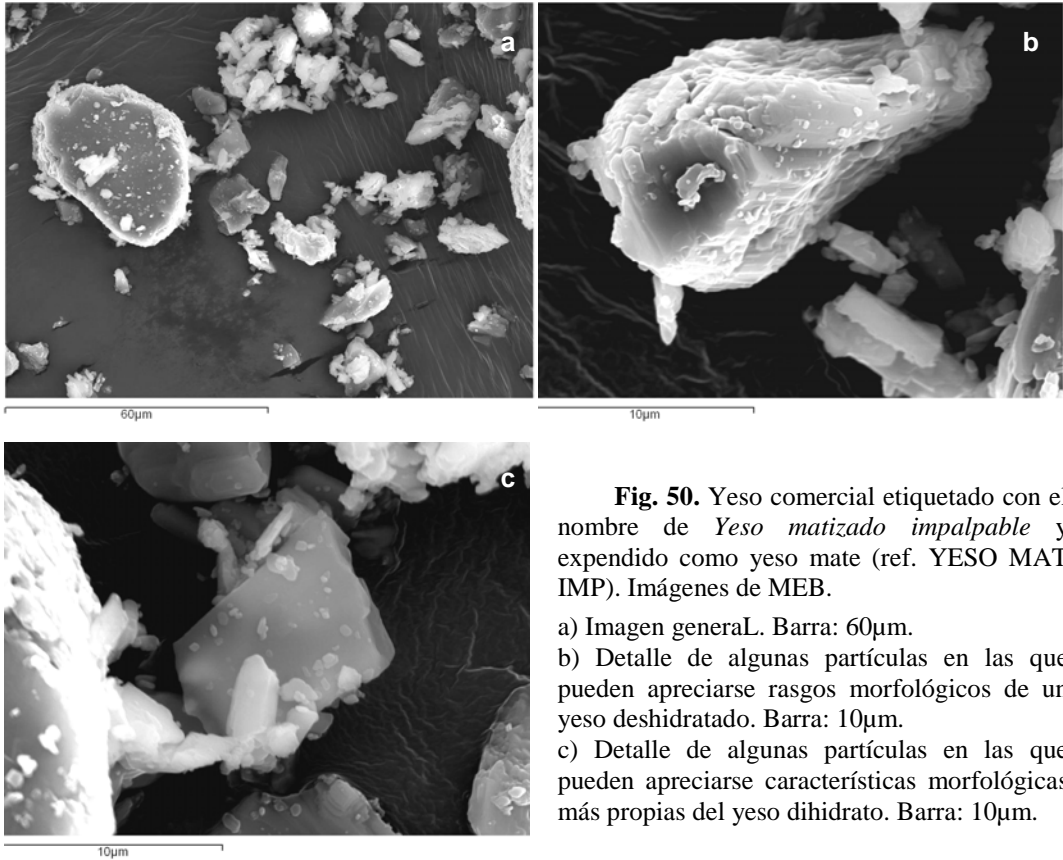


Fig. 50. Yeso comercial etiquetado con el nombre de *Yeso matizado impalpable* y expendido como yeso mate (ref. YESO MAT IMP). Imágenes de MEB.

a) Imagen general. Barra: 60µm.

b) Detalle de algunas partículas en las que pueden apreciarse rasgos morfológicos de un yeso deshidratado. Barra: 10µm.

c) Detalle de algunas partículas en las que pueden apreciarse características morfológicas más propias del yeso dihidrato. Barra: 10µm.

Tabla XXII. Análisis por difracción de rayos X de YESO MAT IMP

Visible	Ref. Code	Score	Compound Name	Displacement [°2Th.]	Scale Factor	Chemical Formula
*	00-033-0311	60	Gypsum, syn	0,000	0,525	CaSO ₄ · 2H ₂ O
*	00-037-1496	22	Anhydrite, syn	0,000	0,060	CaSO ₄

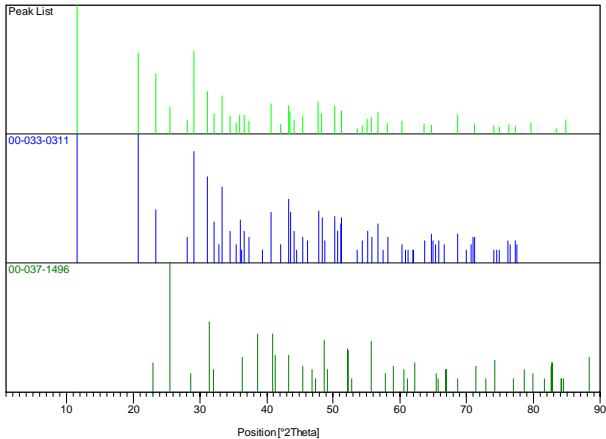


Fig. 51. Yeso comercial etiquetado con el nombre de *Yeso matizado impalpable* y vendido como yeso mate (ref. YESO MAT IMP). Gráfico de fases identificadas. Compuestos detectados: Yeso dihidrato, anhidrita.

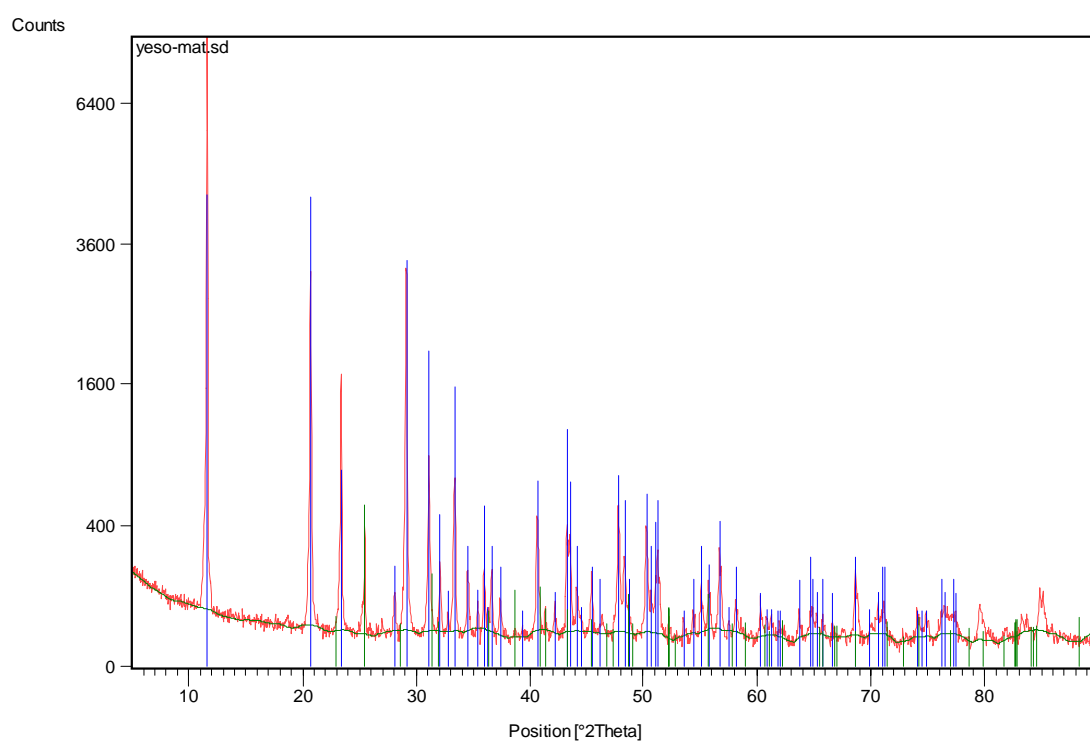


Fig. 52. Yeso comercial etiquetado con el nombre de *Yeso matizado impalpable* y vendido como yeso mate (ref. YESO MAT IMP). Difractograma. Compuestos detectados: Yeso dihidrato, anhidrita.

Ref.: YMDB

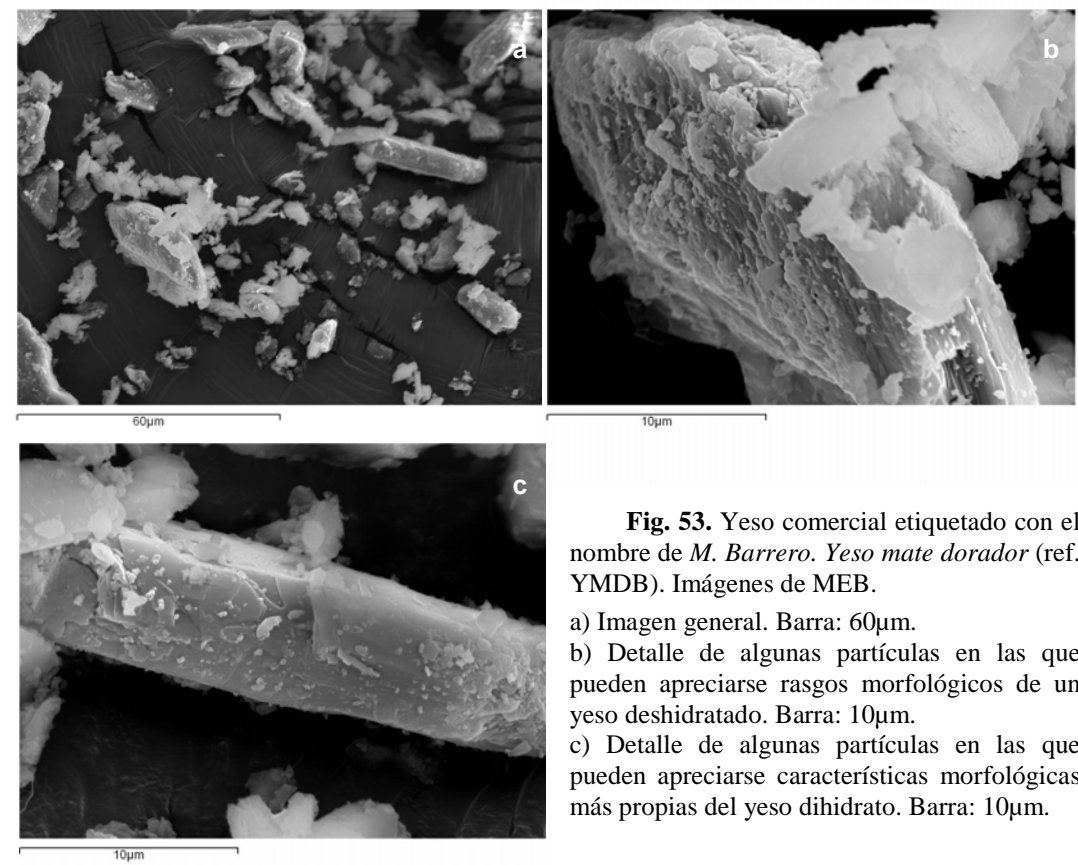


Fig. 53. Yeso comercial etiquetado con el nombre de *M. Barrero. Yeso mate dorador* (ref. YMDB). Imágenes de MEB.

- a) Imagen general. Barra: 60µm.
- b) Detalle de algunas partículas en las que pueden apreciarse rasgos morfológicos de un yeso deshidratado. Barra: 10µm.
- c) Detalle de algunas partículas en las que pueden apreciarse características morfológicas más propias del yeso dihidrato. Barra: 10µm.

Tabla XXIII. Análisis por difracción de rayos X de YMDB

Visible	Ref. Code	Score	Compound Name	Displacement [°2Th.]	Scale Factor	Chemical Formula
*	00-033-0311	64	Gypsum, syn	0,000	0,641	CaSO ₄ · 2H ₂ O
*	00-037-1496	39	Anhydrite, syn	0,000	0,290	CaSO ₄

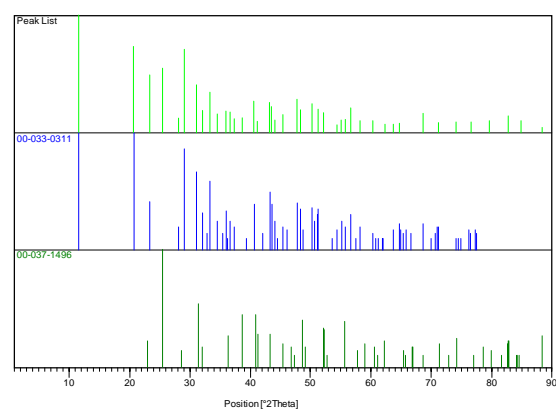


Fig. 54. Yeso comercial etiquetado con el nombre de *M. Barrero. Yeso mate dorador* (ref. YMDB). Gráfico de fases identificadas. Compuestos detectados: Yeso dihidrato, anhidrita.

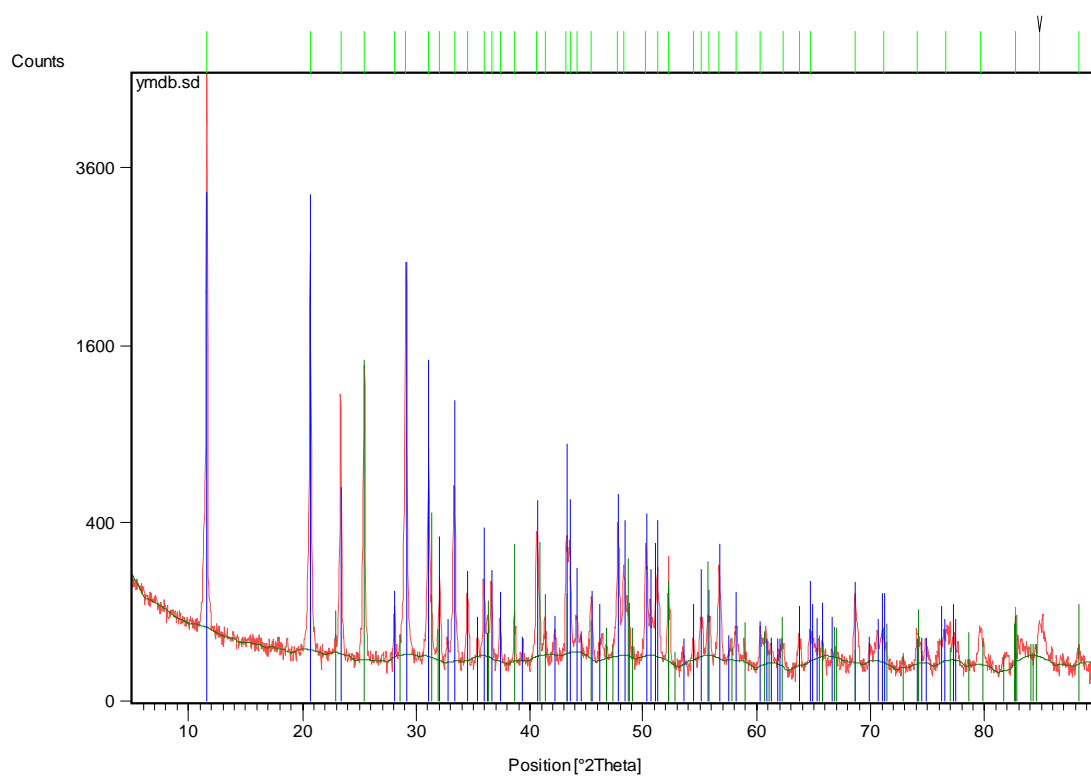


Fig. 55. Yeso comercial etiquetado con el nombre de *M. Barrero. Yeso mate dorador* (ref. YMDB). Difractograma. Compuestos detectados: Yeso dihidrato, anhidrita.

Ref.: YMDM

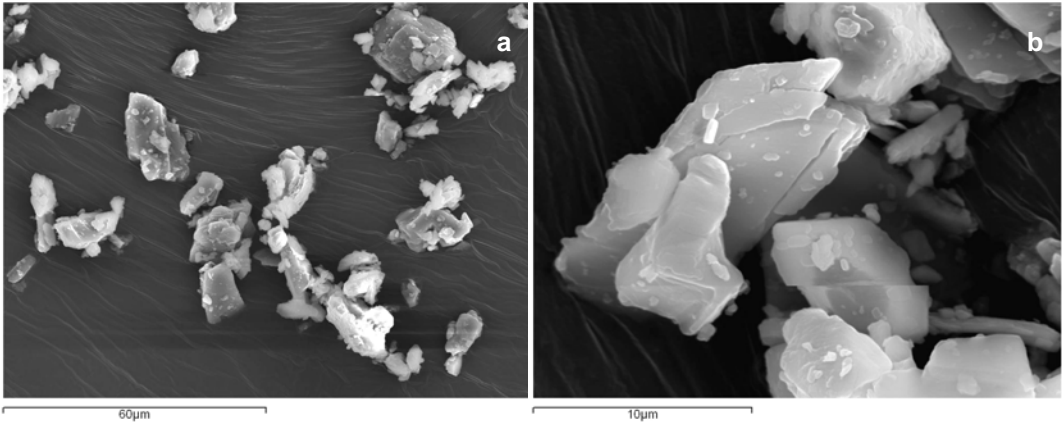


Fig. 56. Yeso comercial etiquetado como *Yeso mate dorador* (ref. YMDM). Imágenes de MEB.

- a) Imagen general. Barra: 60µm.
- b) Detalle de algunas partículas en las que pueden apreciarse rasgos morfológicos de un yeso dihidrato, aunque no exactamente del yeso mate. Barra: 10µm.

Tabla XXIV. Análisis por difracción de rayos X de YMDM

Visible	Ref. Code	Score	Compound Name	Displacement [°2Th.]	Scale Factor	Chemical Formula
*	00-033-0311	69	Gypsum, syn	0,000	0,684	CaSO ₄ · 2H ₂ O

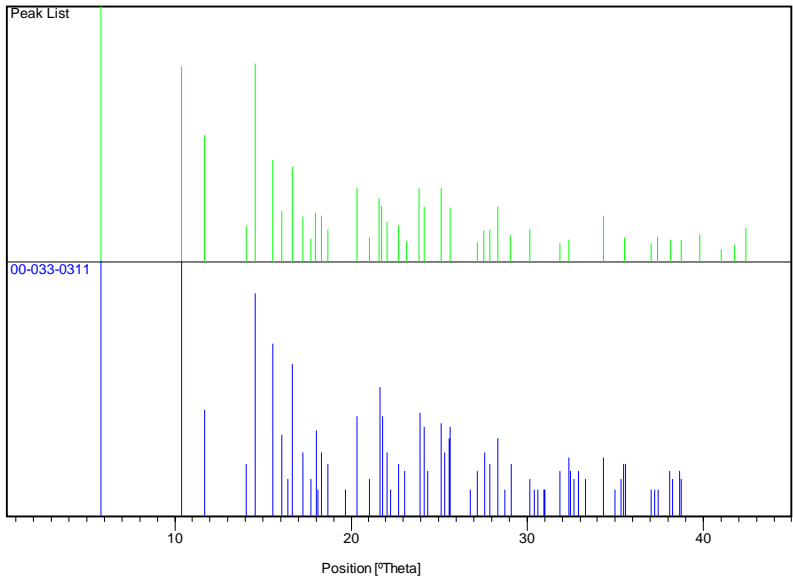


Fig. 57. Yeso comercial etiquetado con el nombre de *Yeso mate dorador* (ref. YMDM). Gráfico de fases identificadas. Compuestos detectados: Yeso dihidrato.

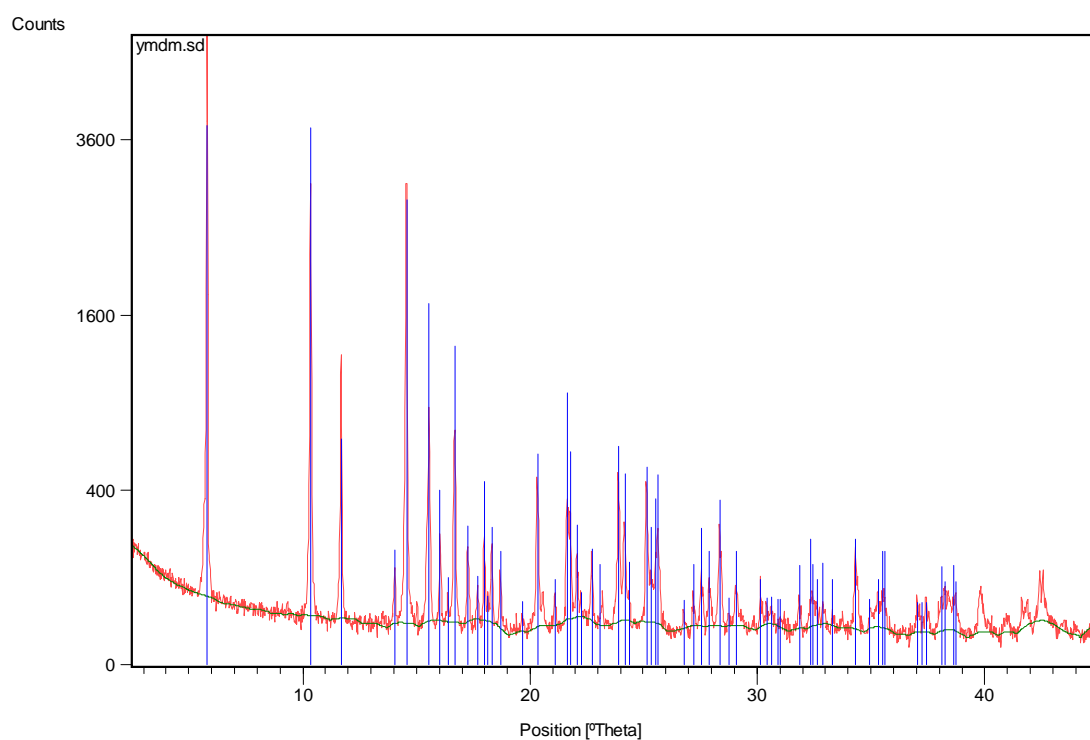


Fig. 58. Yeso comercial etiquetado con el nombre de *Yeso mate dorador* (ref. YMDM). Difractograma. Compuestos detectados: Yeso dihidrato.

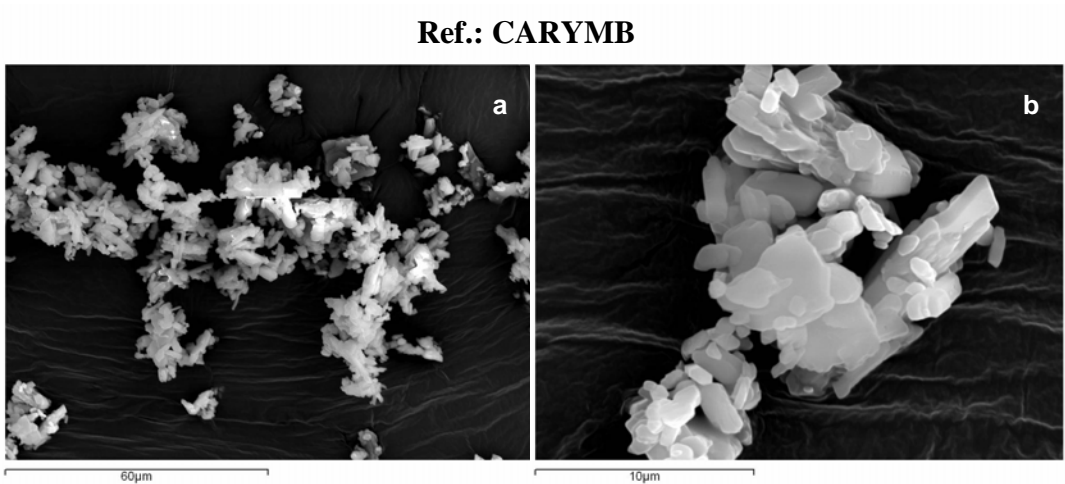


Fig. 59. Yeso comercial etiquetado como *Caremi*. *Yeso mate de Bolonia* (ref. CARYMB). Imágenes de MEB.

- a) Imagen general. Barra: 60µm.
- b) Detalle de algunas partículas en las que pueden apreciarse rasgos morfológicos de un yeso dihidrato. Barra: 10µm.

Tabla XXV. Análisis por difracción de rayos X de CARYMB

Visible	Ref. Code	Score	Compound Name	Displacement [°2Th.]	Scale Factor	Chemical Formula
*	01-074-1433	66	Gypsum	0,000	0,708	CaSO ₄ · 2H ₂ O

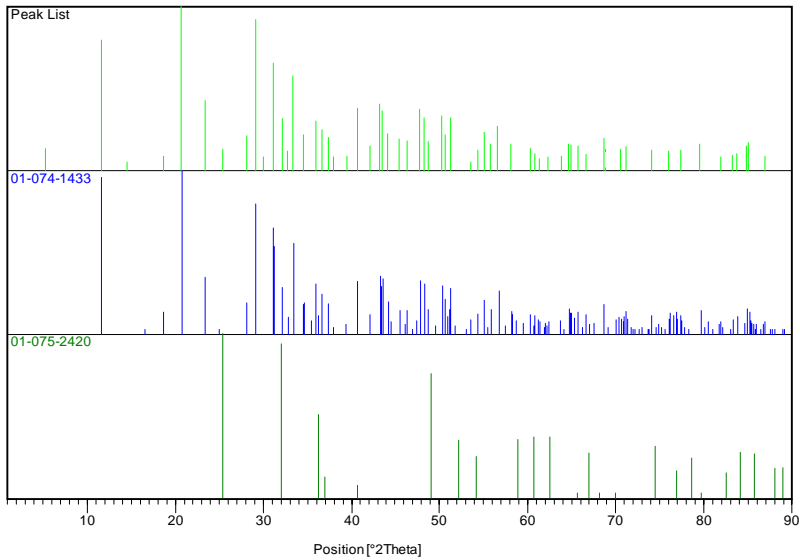


Fig. 60. Yeso comercial etiquetado con el nombre de *Caremi*. *Yeso mate de Bolonia* (ref. CARYMB). Gráfico de fases identificadas. Compuestos detectados: Yeso dihidrato, óxido de plomo.

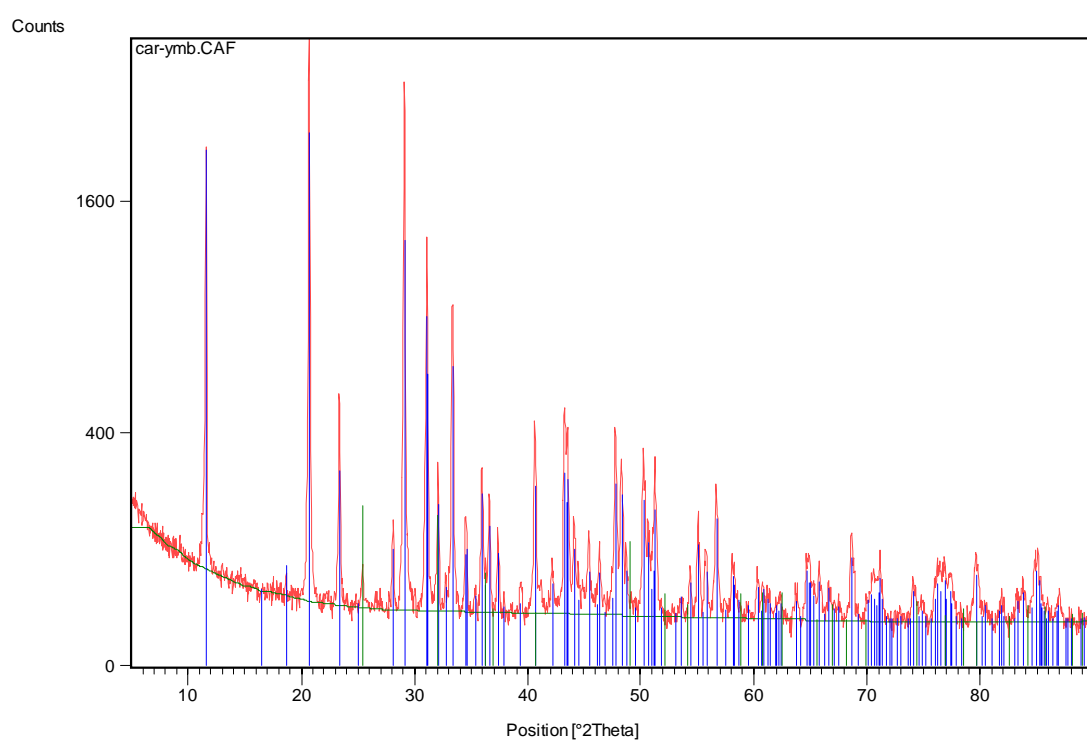


Fig. 61. Yeso comercial etiquetado con el nombre de *Caremi*. *Yeso mate de Bolonia* (ref. CARYMB). Difractograma. Compuestos detectados: Yeso dihidrato, óxido de plomo.

Ref.: CARYSPF

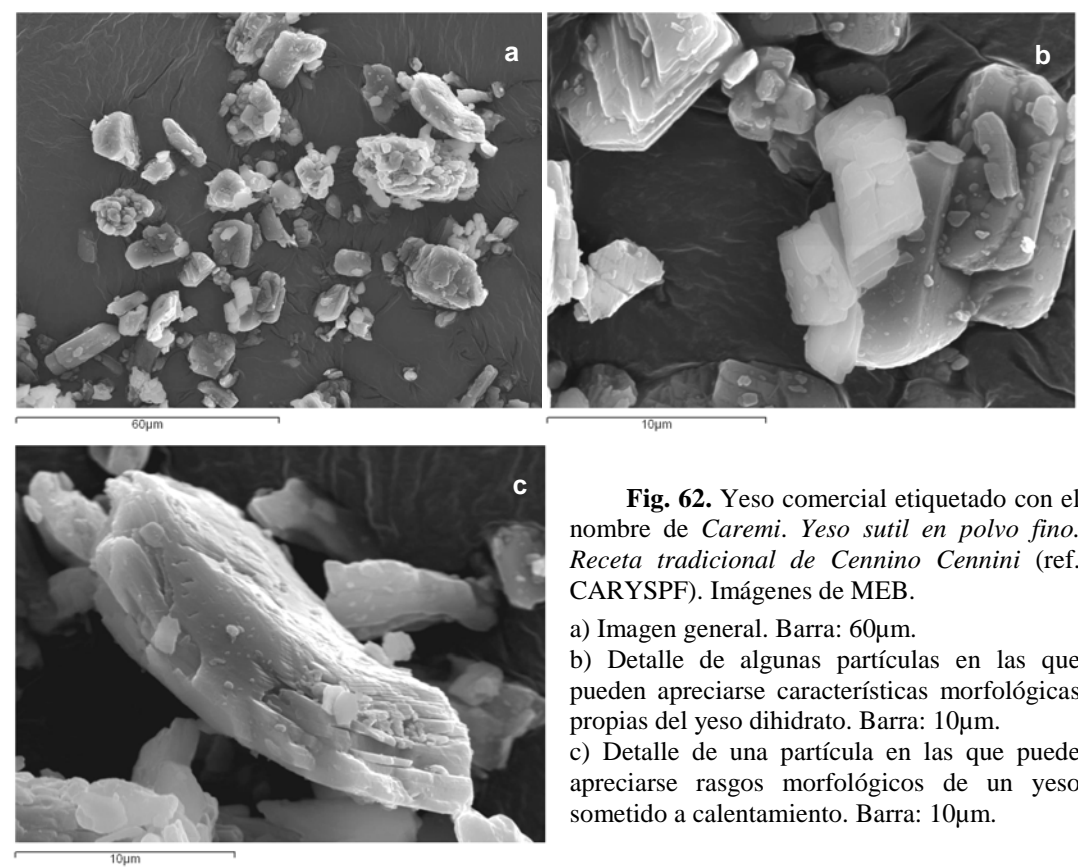


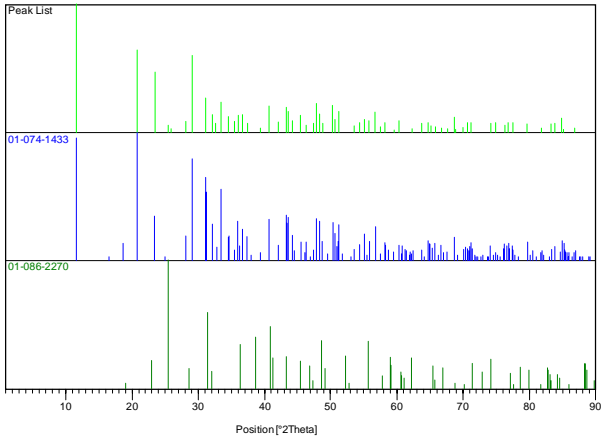
Fig. 62. Yeso comercial etiquetado con el nombre de *Caremi*. *Yeso sutil en polvo fino. Receta tradicional de Cennino Cennini* (ref. CARYSPF). Imágenes de MEB.

a) Imagen general. Barra: 60µm.
b) Detalle de algunas partículas en las que pueden apreciarse características morfológicas propias del yeso dihidrato. Barra: 10µm.
c) Detalle de una partícula en las que puede apreciarse rasgos morfológicos de un yeso sometido a calentamiento. Barra: 10µm.

Tabla XXVI. Análisis por difracción de rayos X de CARYSPF

Visible	Ref. Code	Score	Compound Name	Displacement [°2Th.]	Scale Factor	Chemical Formula
*	01-074-1433	77	Gypsum	0,000	0,426	CaSO ₄ · 2H ₂ O
*	01-086-2270	11	Anhydrite	0,000	0,006	CaSO ₄

Fig. 63. Yeso comercial etiquetado con el nombre de *Caremi*. *Yeso sutil en polvo fino. Receta tradicional de Cennino Cennini* (ref. CARYSPF). Gráfico de fases identificadas. Compuestos detectados: Yeso dihidrato, anhidrita.



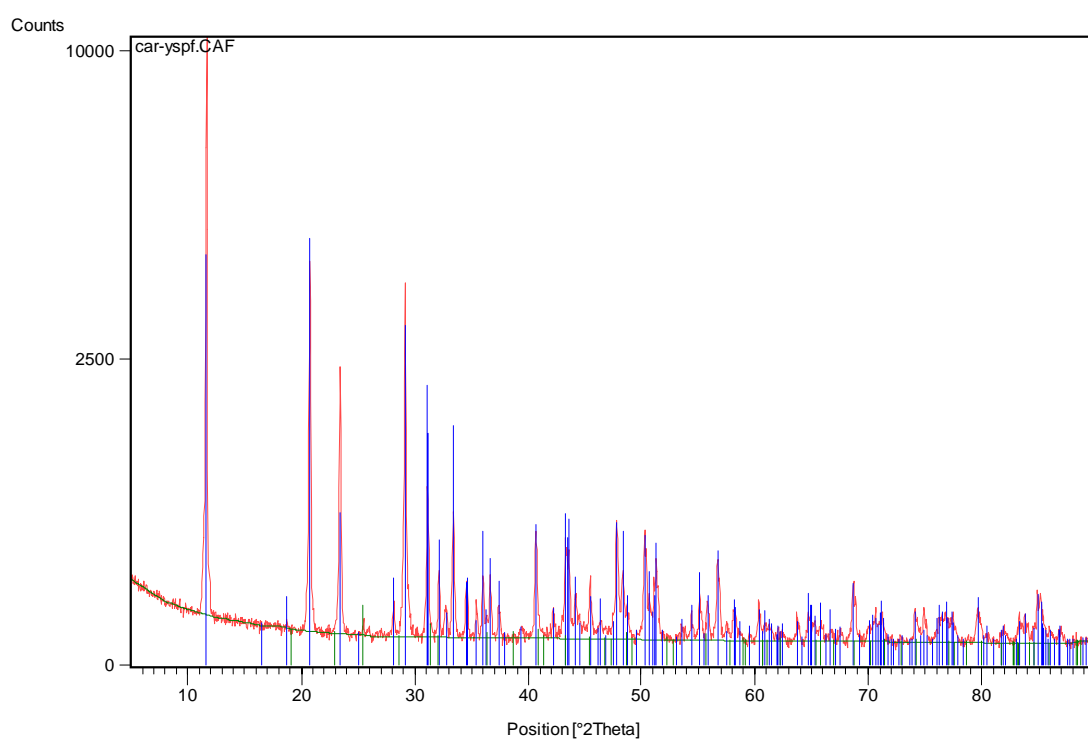


Fig. 64. Yeso comercial etiquetado con el nombre de *Caremi*. *Yeso sutil en polvo fino*. *Receta tradicional de Cennino Cennini* (ref. CARYSPF). Difractograma. Compuestos detectados: Yeso dihidrato, anhidrita.

VI. 4. Preparación de muestras estratigráficas

Para finalizar con este capítulo dedicado a la reproducción de los métodos de elaboración de los yesos grueso y mate de acuerdo a los antiguos tratados, los yesos obtenidos mediante tratamiento de cocción del yeso natural a las temperaturas de 110°C y 300°C y sus correspondientes «yesos de muchos días» obtenidos a partir de los anteriores han sido utilizados para aplicar capas de preparación siguiendo las instrucciones que Cennino Cennini prescribía para preparar las tablas para dorar.

El proceso seguido para la aplicación de las capas de yeso grueso y mate ha sido el siguiente:

Sobre una pieza de madera a la que previamente se había aplicado una mano de cola se aplican, a su vez, diversos estratos de yeso grueso y mate. El yeso grueso se extiende con espátula. El yeso mate se prepara, de acuerdo a Cennini, a partir del material, que se sumerge en agua y muele con ésta. Se retira entonces el agua sobrante y se mezcla con cola animal. Finalizado este proceso, se aplica con brocha sobre los estratos de yeso grueso.

A partir de las capas de preparación así dispuestas se han tomado muestras y se ha procedido a su análisis estratigráfico mediante MEB. Los resultados obtenidos pueden observarse en las siguientes imágenes.

En la figura 65a se observa la imagen general en MEB de la muestra preparada a partir de yeso especular calentado a 110°C (yeso grueso) y el yeso mate o «yeso de muchos días» elaborado a partir del mismo.

Las figuras 65b, y 66a y b corresponden a diversos detalles. La imagen 65b constituye una imagen de la interfase entre los dos estratos. La figura 66a corresponde a un detalle de una partícula de yeso grueso, en la que se aprecia la característica morfología, en espiga o pluma, que en ocasiones puede observarse en el yeso sometido a calentamiento. La figura 66b corresponde a un detalle del yeso mate en el que se observan sus características partículas prismáticas y tabulares.

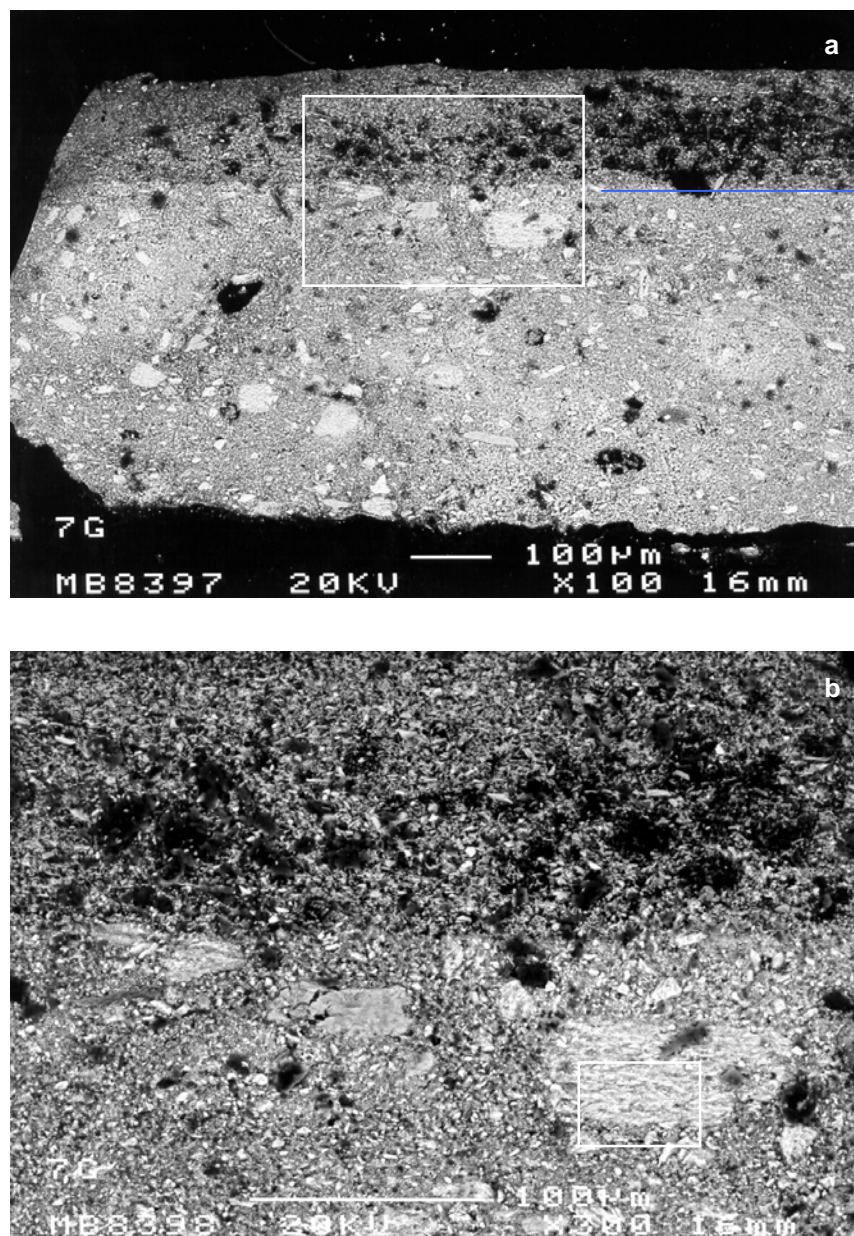


Fig. 65. Estudio estratigráfico por MEB de una muestra preparada a partir de yeso especular calentado a 110° C y yeso mate elaborado a partir de éste. Electrones secundarios. Barra: 100µm

a) Plano general de la muestra.

b) Yeso grueso y yeso mate (detalle). V. su situación en la imagen anterior.

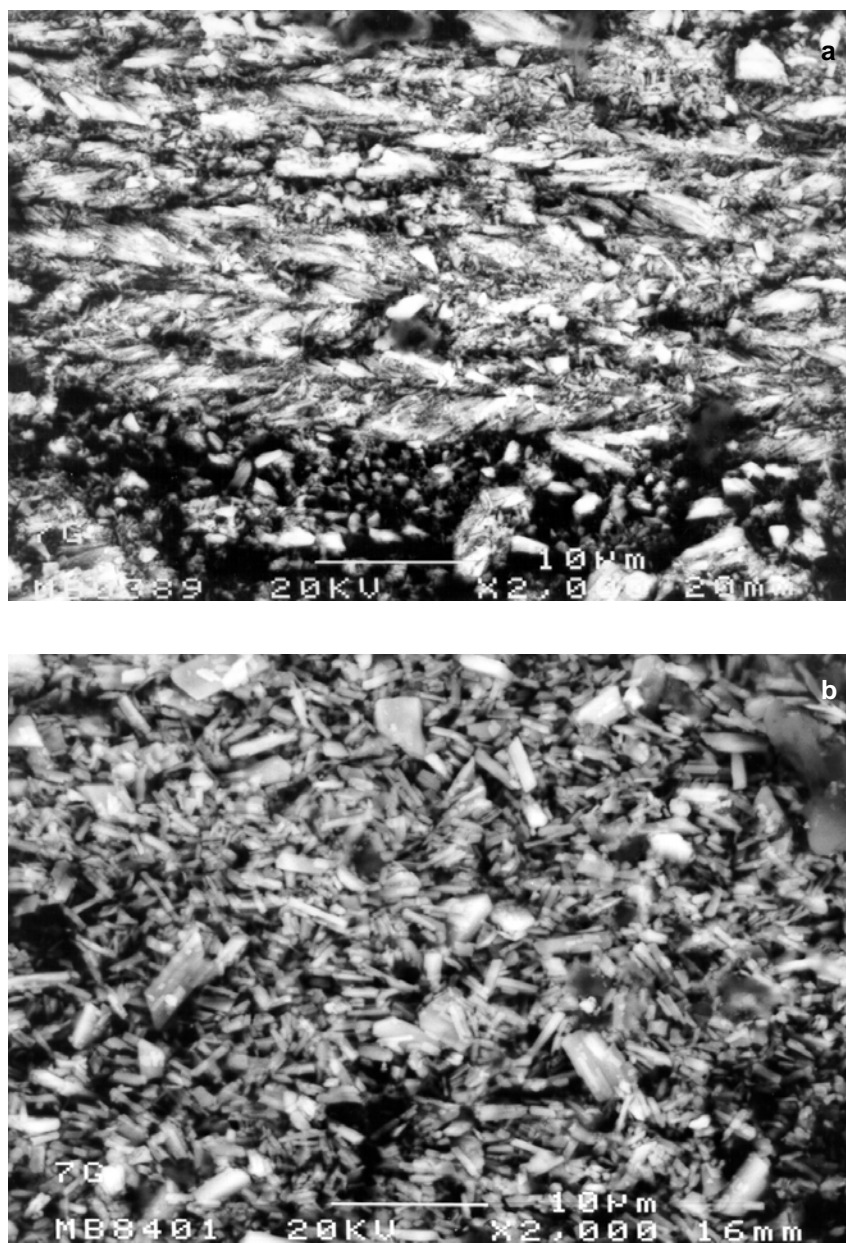


Fig. 66. Detalles correspondientes a la imagen anterior (muestra preparada a partir de yeso especular calentado a 110° C y yeso mate elaborado a partir de éste). Electrones secundarios. Barra: 10μm.

a) Yeso grueso. V. su situación en la fig. 65b.

b) Yeso mate.

En la figura 67a se observa la imagen general en MEB del corte realizado en la muestra preparada a partir de alabastro yesoso calentado a 110°C (yeso grueso) y el yeso mate o «yeso de muchos días» elaborado a partir de éste. La figura 67b constituye un detalle correspondiente a una zona de interfase de estratos.

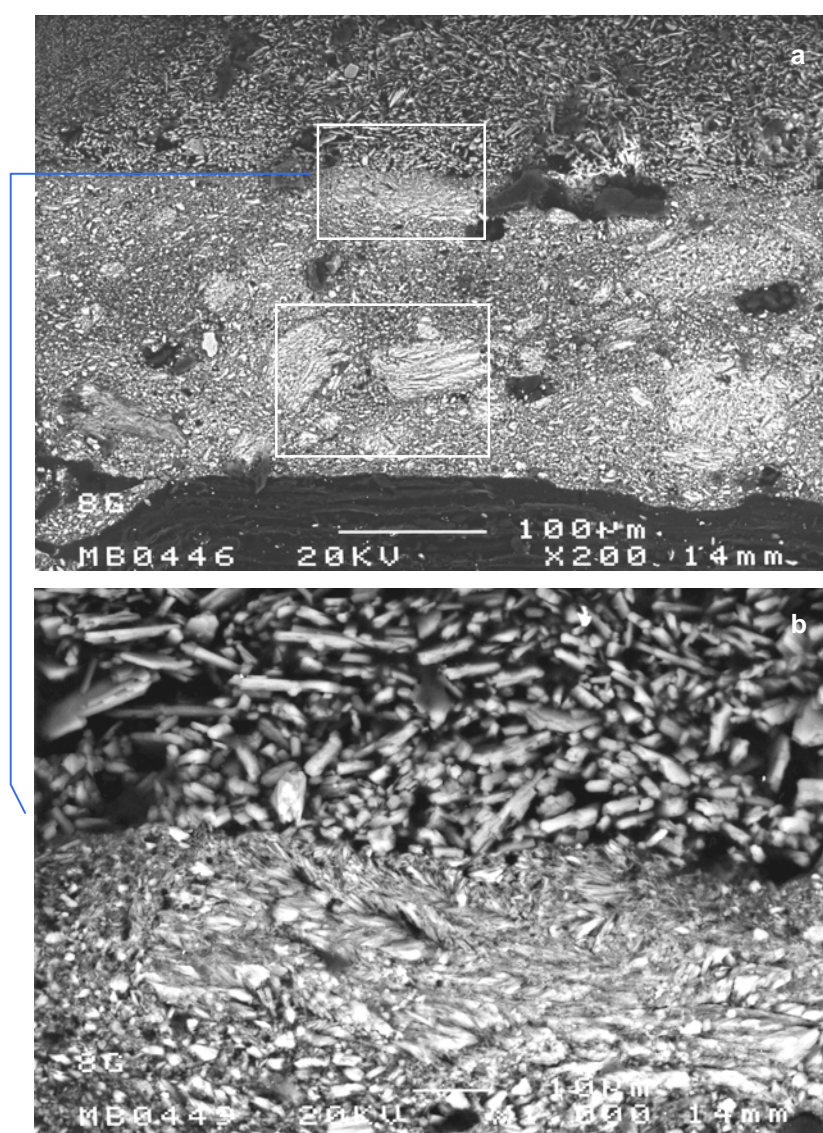


Fig. 67. Estudio estratigráfico por MEB de una muestra preparada a partir de alabastro yesoso calentado a 110° C y yeso mate elaborado a partir de éste. Electrones secundarios.

a) Plano general de la muestra. Barra: 100µm.

b) Yeso grueso y yeso mate (detalle). V. su situación en la imagen anterior. Barra: 10µm.

La figura 68a corresponde a un detalle del yeso grueso de la muestra anterior (fig. 67), en el que se aprecia también la característica morfología en espiga que en ocasiones puede observarse en el yeso sometido a calentamiento. Asimismo, la figura 68b corresponde a otro detalle del yeso grueso en el que se observan las microfisuras que habitualmente se detectan en las partículas de este tipo de yeso.

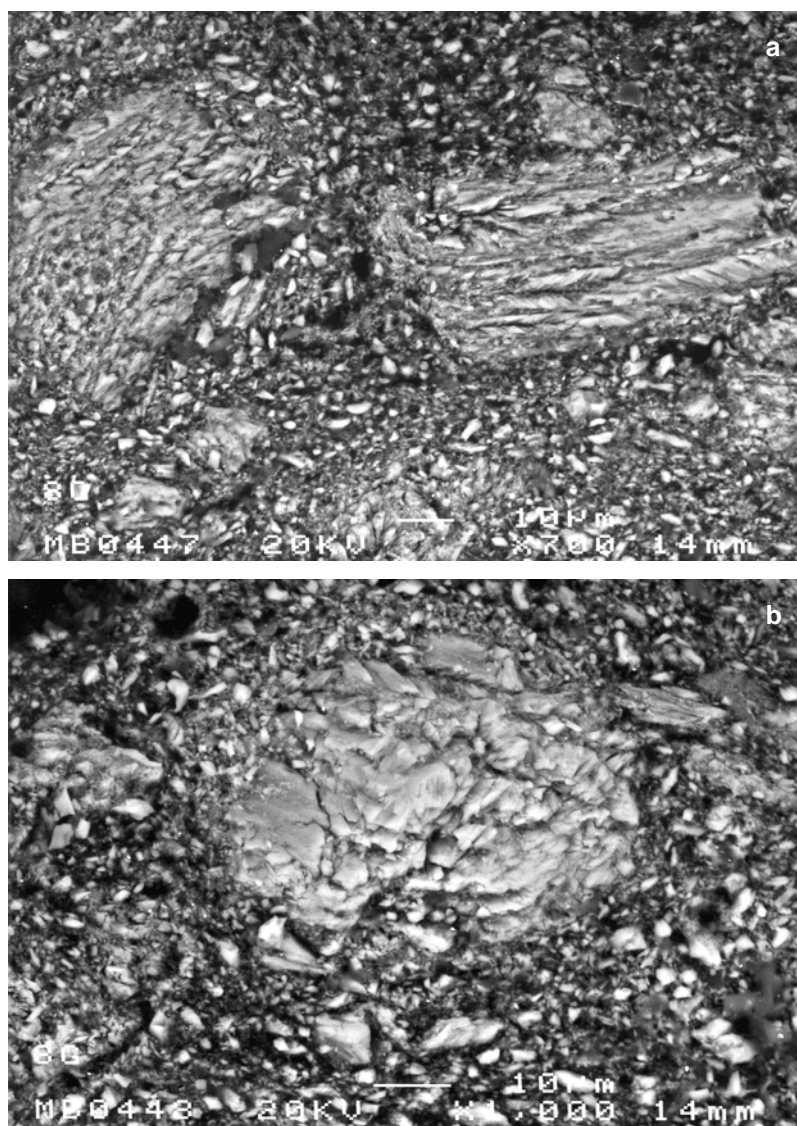


Fig. 68. Detalles correspondientes a la imagen anterior (muestra preparada a partir de alabastro yesoso calentado a 110° C y yeso mate elaborado a partir de éste). Electrones secundarios. Barra: 10µm.

- a) Yeso grueso. V. su situación en la imagen general.
- b) Yeso grueso.

En la figura 69a se observa la imagen general en MEB del corte realizado en la muestra preparada a partir de yeso especular calentado a 300°C (yeso grueso) y su correspondiente «yeso de muchos días» (yeso mate). La figura 69b constituye una zona de unión entre estratos.

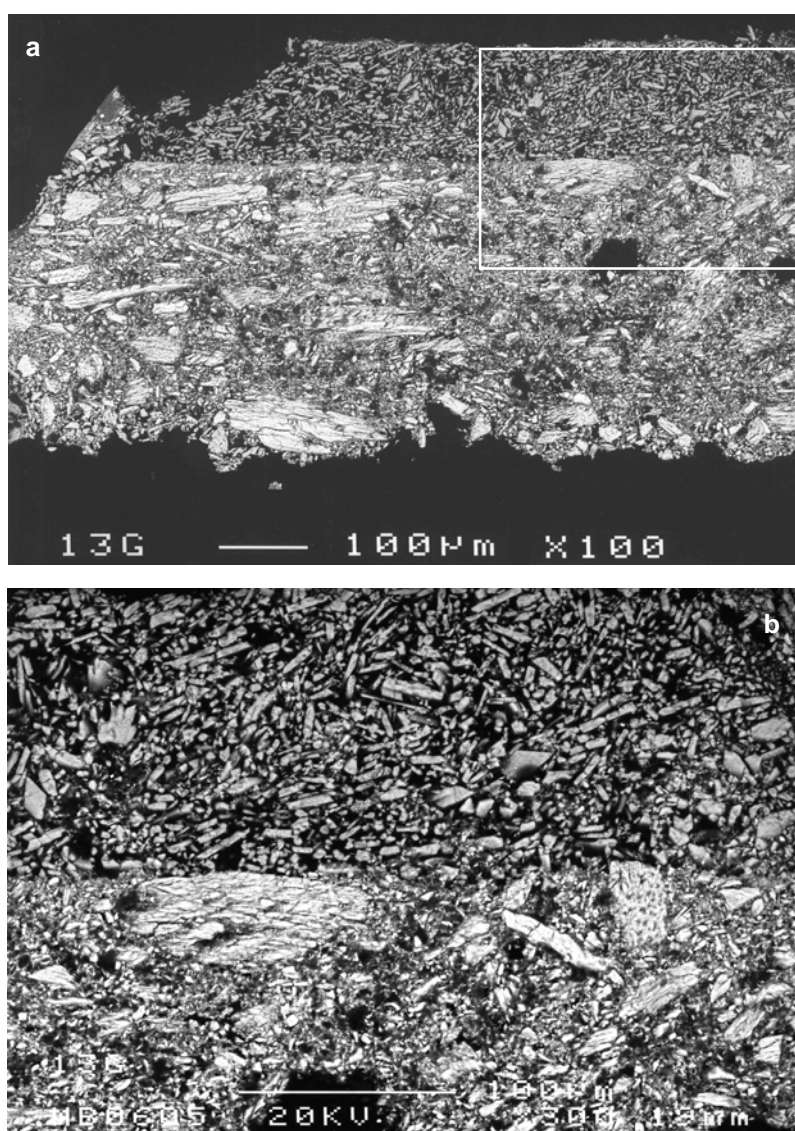


Fig. 69. Estudio estratigráfico de una muestra preparada a partir de yeso especular calentado a 300° C y el yeso mate elaborado a partir de éste. Electrones secundarios. Barra: 100μm.

a) Plano general de la muestra.

b) Yeso grueso y yeso mate (detalle). V. su situación en la imagen anterior.

Las figuras 70a y b corresponden a dos detalles del yeso grueso, en los que se aprecia la característica morfología, en espiga o pluma, que en ocasiones puede observarse en el yeso sometido a calentamiento.

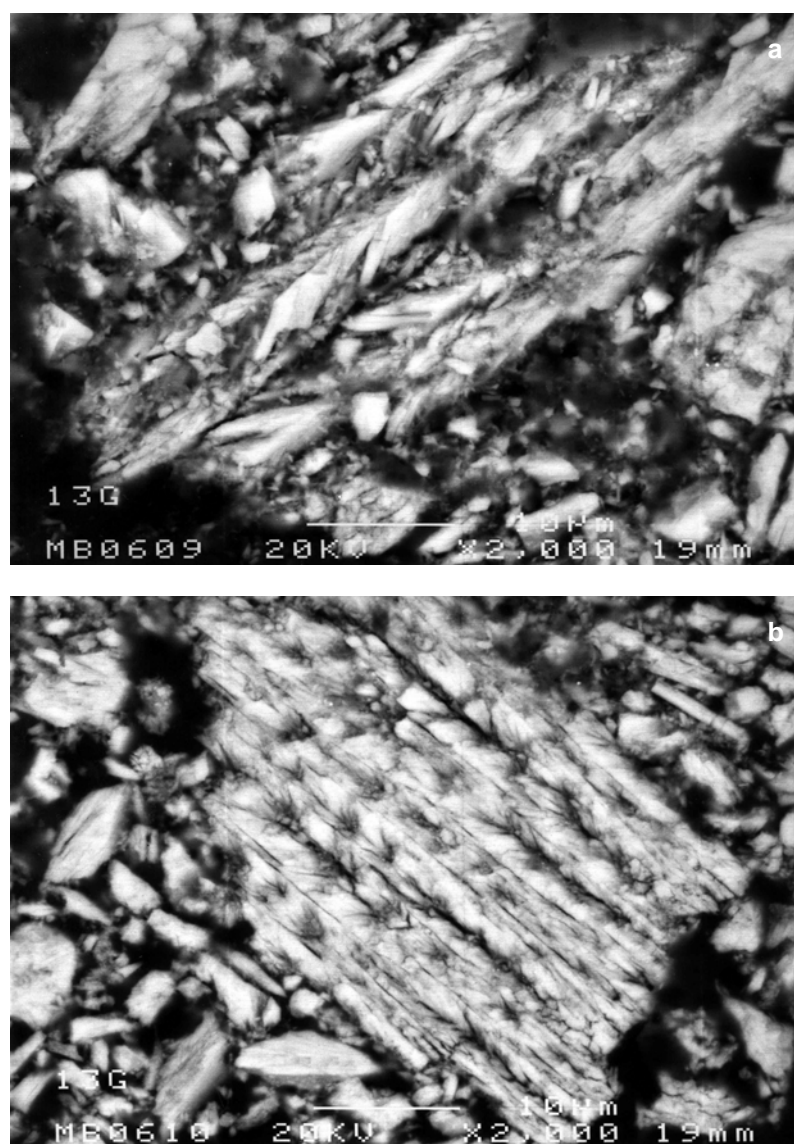


Fig. 70. Detalles correspondientes a la imagen anterior (muestra preparada a partir de yeso especular calentado a 300° C y yeso mate elaborado a partir de éste). Electrones secundarios. Barra: 10µm.

a) Yeso grueso.

b) Yeso grueso.

En la figura 71a se observa la imagen general en MEB del corte estratigráfico realizado en la muestra preparada a partir de alabastro yesoso calentado a 300°C (yeso grueso) y su correspondiente «yeso de muchos días» (yeso mate). La figura 71b constituye una interfase de los estratos de ambos yesos.

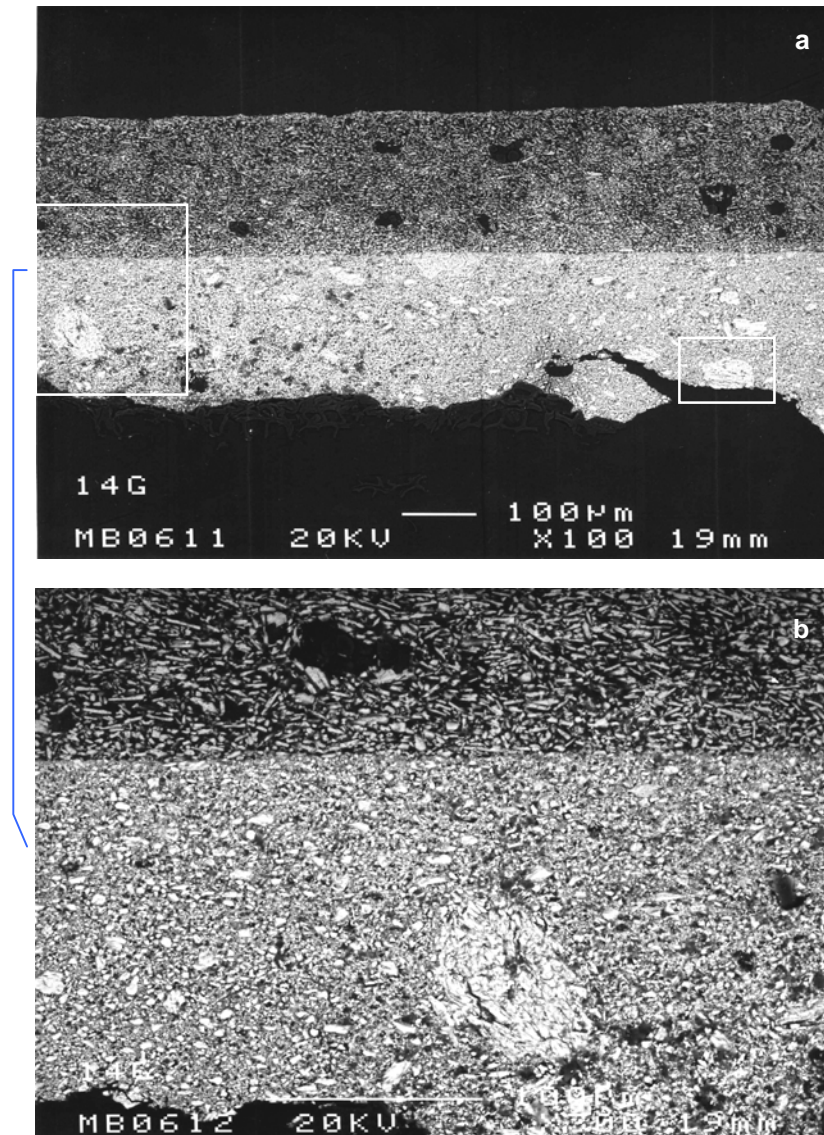


Fig. 71. Estudio estratigráfico de una muestra preparada a partir de alabastro yesoso calentado a 300° C y yeso mate elaborado a partir de éste. Electrones secundarios. Barra 100 µm.

a) Plano general de la muestra.

b) Yeso grueso y yeso mate (detalle). V. su situación en la imagen anterior.

Las figuras 72a y b corresponden a una zona del yeso grueso en que aparece una gran partícula en la que se aprecia la morfología en espiga y las microfisuras derivadas de la acción del calor sobre el material.

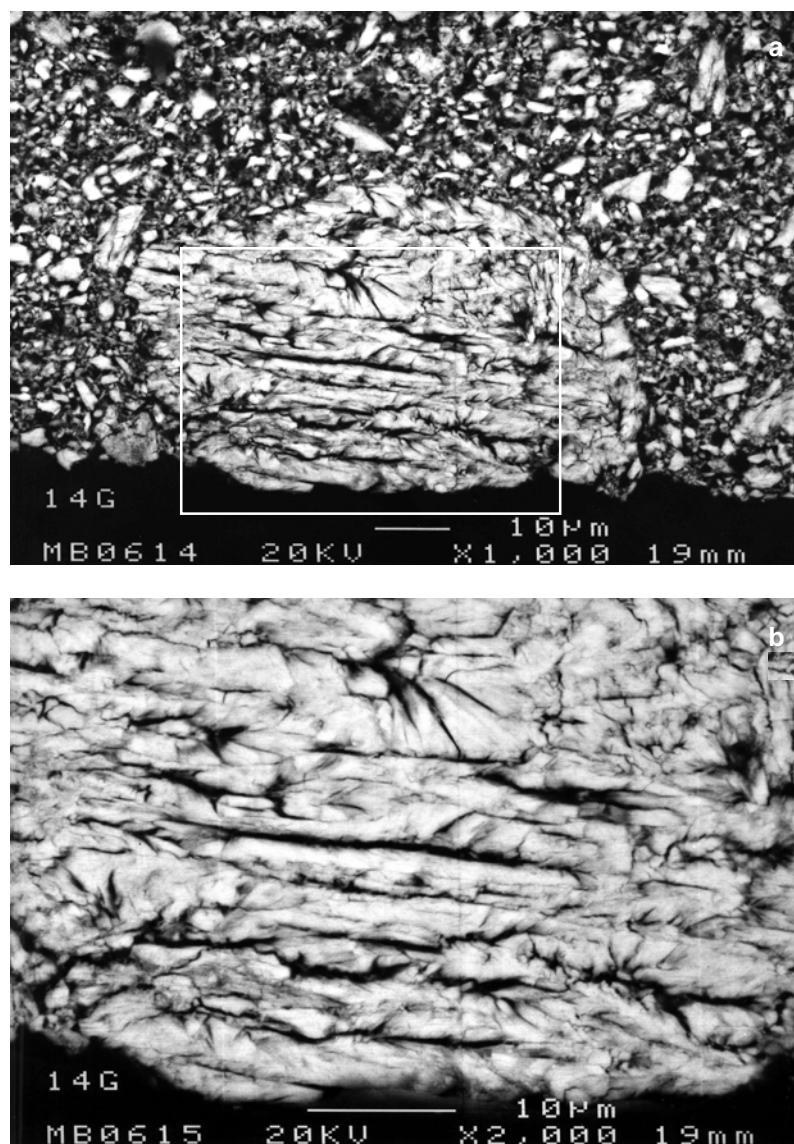


Fig. 72. Estudio estratigráfico de una muestra preparada a partir de alabastro yesoso calentado a 330°C y del yeso mate elaborado a partir de éste. Electrones secundarios. Barra: 10µm.

a) Yeso grueso (detalle). V. su situación en el plano general.

b) Yeso grueso (detalle). V. su situación en la imagen anterior.

Para finalizar, en las siguientes imágenes se recogen los resultados correspondientes al estudio comparativo de las muestras estratigráficas correspondientes a obra real y las muestras estratigráficas preparadas con yesos grueso y mate obtenidos en el laboratorio. Este estudio comparativo se ha basado en el análisis morfológico de las muestras en MEB. Muchas de las imágenes que corresponden a las muestras de obra real ya han sido descritas en el capítulo V, si bien se incluyen nuevamente a fin de comparar sus características morfológicas con las que corresponden a los yesos preparados en el laboratorio. De esta manera es posible apreciar en mayor detalle su similitud. Igualmente, algunas de las imágenes correspondientes a los yesos obtenidos en el laboratorio ya han podido observarse a lo largo de este capítulo.

Los pies de figura incluyen la interpretación y discusión de los resultados correspondientes a este análisis.

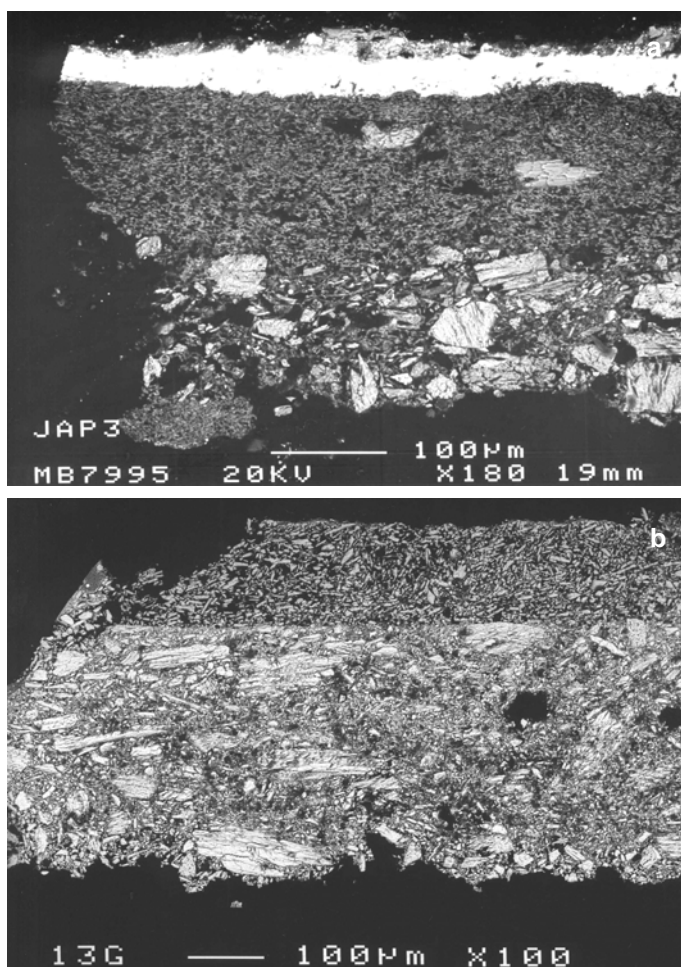


Fig. 73. Estratigrafías en MEB (electrones retrodispersados). Barra: 100µm.

a) Imagen general correspondiente a *Jesús ante Pilatos* (JAP3), obra perteneciente a un retablo de la iglesia de San Pedro ad Vincula (Burgos). Puede observarse la diversa granulometría y morfología del yeso grueso (abajo) frente al yeso mate (arriba).

b) Muestra elaborada con yeso especular calentado a 300°C y su correspondiente yeso mate. Como puede apreciarse, esta imagen resulta muy similar a la anterior.

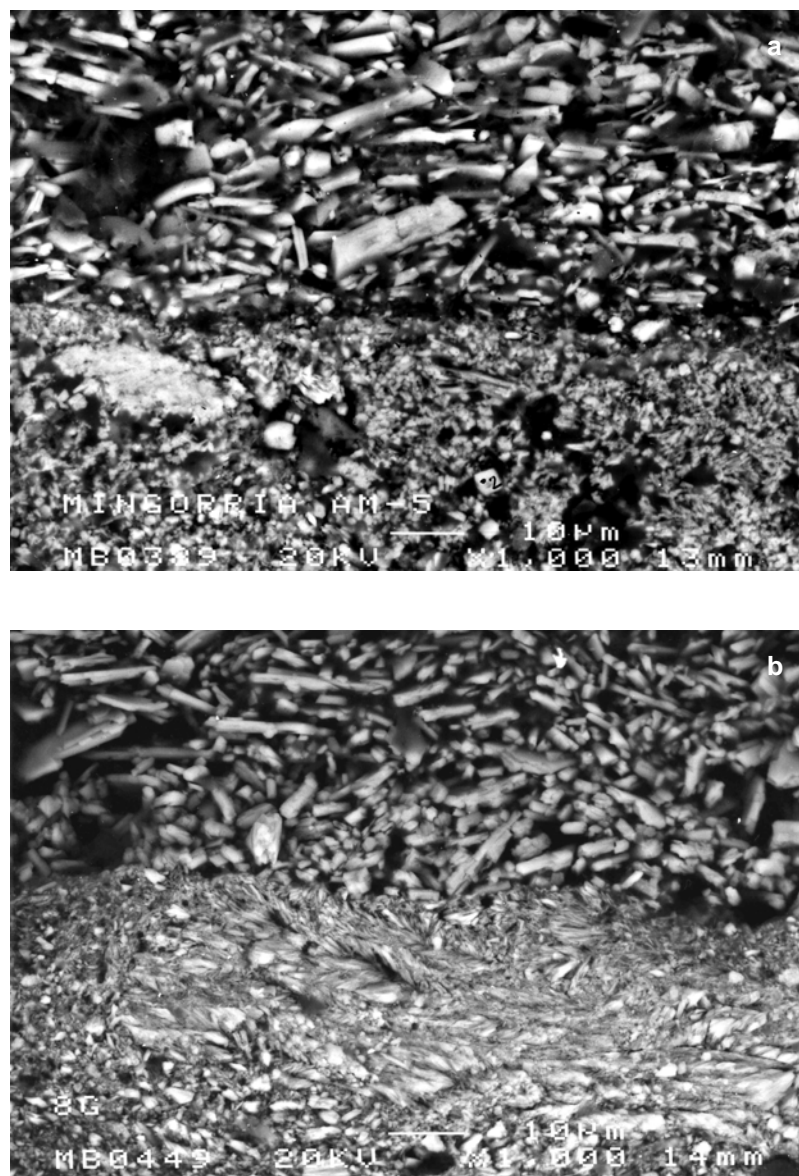


Fig. 74. Muestras estratigráficas en MEB (electrones retrodispersados). Barra: 10μm.

a) Detalle correspondiente a una zona de unión entre el yeso grueso y el mate de una muestra tomada de la *Adoración de los Magos* (AM5), perteneciente a un retablo de la iglesia de San Pedro Apóstol, en Mingorría (Ávila).

b) Detalle correspondiente a una zona de unión entre estratos de una muestra preparada mediante alabastro yesoso sometido a una temperatura de 110° C y su correspondiente yeso mate. Puede observarse la similitud entre ambas imágenes, especialmente en el yeso mate.

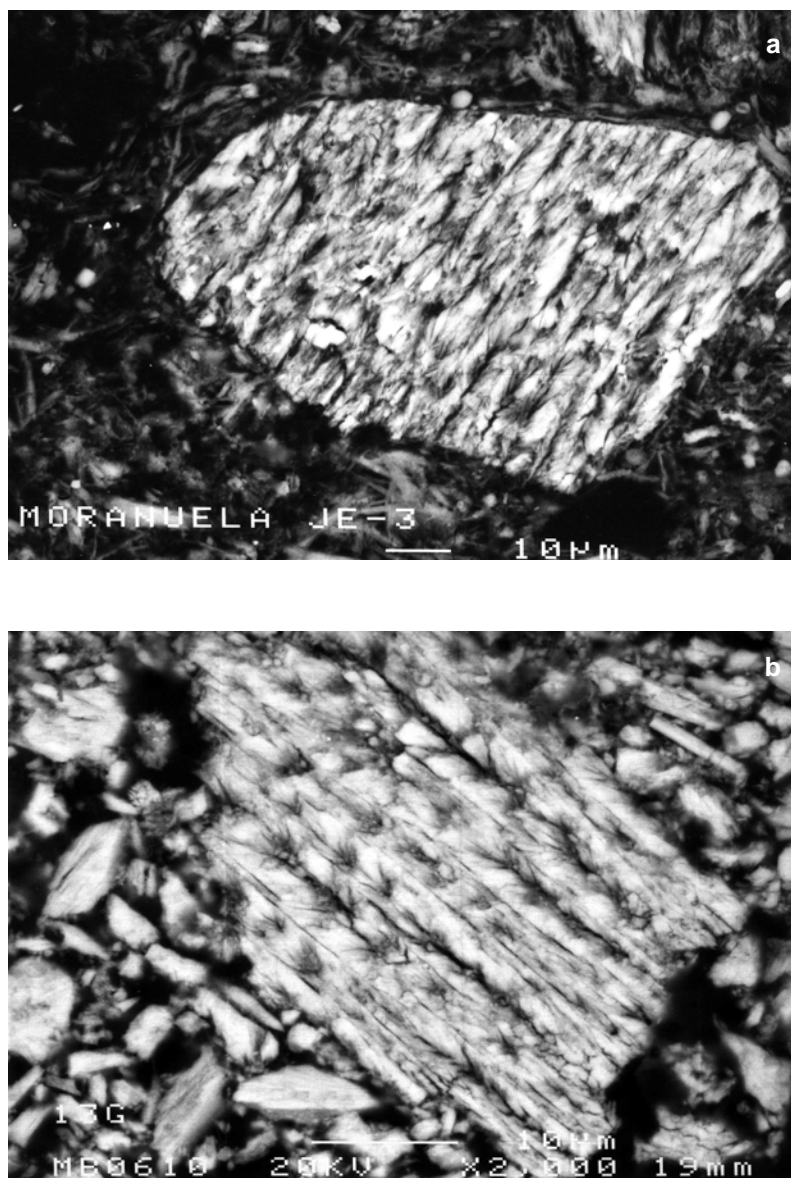


Fig. 75. Muestras estratigráficas en MEB (electrones retrodispersados). Barra: 10µm.

- a) Detalle correspondiente a la preparación, constituida únicamente por yeso grueso, de *San Juan Evangelista* (JE3), perteneciente a un retablo de la iglesia de Santa María de las Nieves en Morañuela (Ávila).
- b) Detalle de una muestra en cuya preparación se ha empleado yeso grueso elaborado con yeso especular calentado a 300° C. Se aprecia la morfología en espiga que presenta el material en ambos casos (a y b).

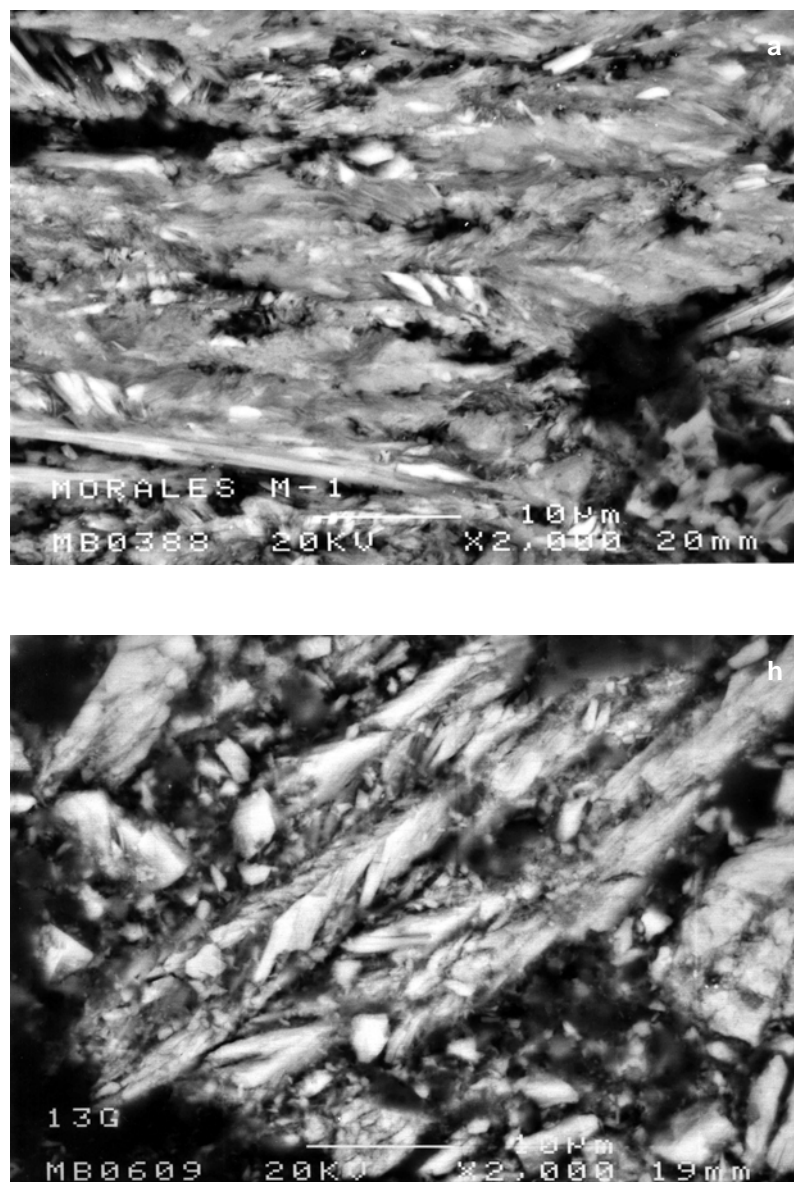


Fig. 76. Muestras estratigráficas en MEB (electrones retrodispersados). Barra: 10µm.

a) Detalle correspondiente a la preparación, constituida únicamente por yeso grueso, de *La Piedad*, atribuida a Luis de Morales.

b) Detalle del yeso grueso en el que el material (yeso especular) fue calentado a 300° C. En ambas imágenes se observan las características microfisuras derivadas del calentamiento de yeso y la morfología en espiga que adquiere el material.

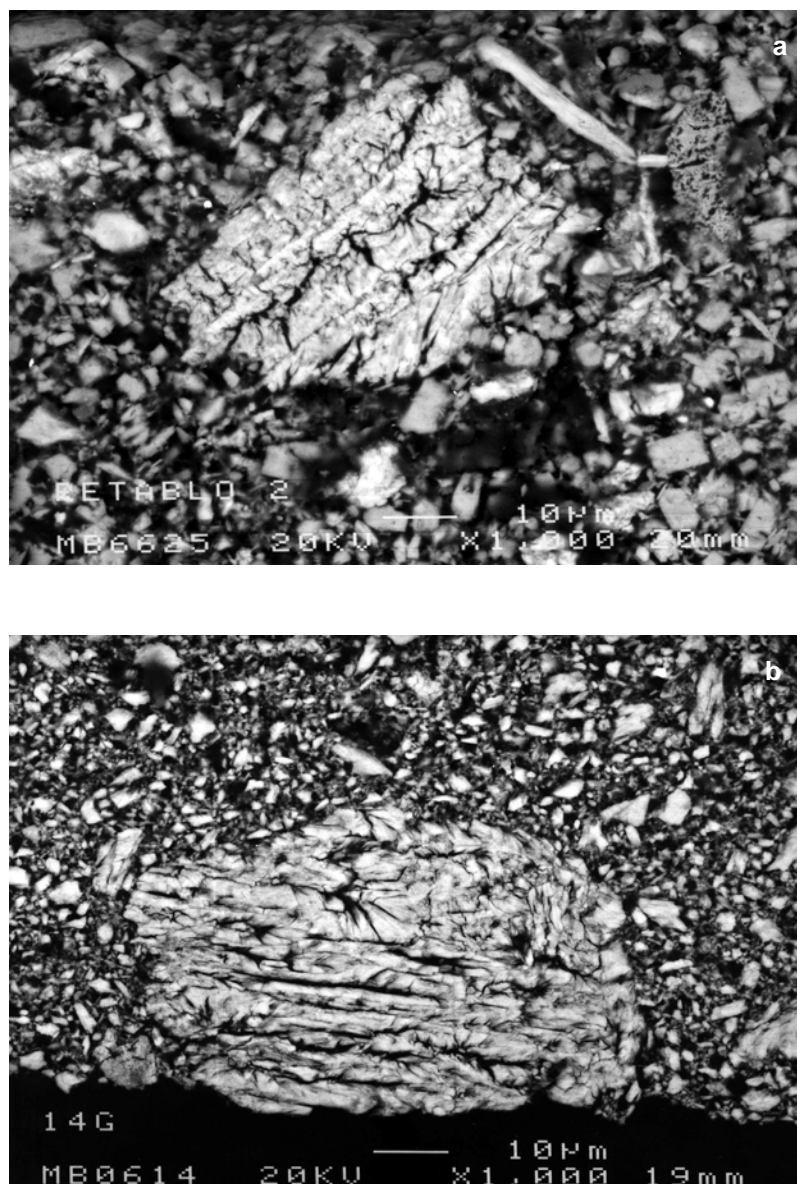


Fig. 77. Muestras estratigráficas en MEB (electrones retrodispersados). Barra: 10µm.

a) Detalle del estrato de yeso grueso de RET2 de la muestra correspondiente a la arquitectura de un retablo de la iglesia parroquial de San Juan Bautista de Blacha (Ávila). Se observan microfisuras en la partícula grande de yeso.

b) Se aprecian microfisuras muy similares en una partícula del yeso grueso en que el material (alabastro yesoso) fue calentado a 300°C.

Conclusiones



Conclusiones

El trabajo de investigación expuesto en esta memoria ha pretendido poner de manifiesto la importancia primordial de los estratos constituyentes de las preparaciones. Éstos sustentan la policromía y, por tanto, la imagen, y ejercen, en consecuencia, una influencia fundamental sobre la misma a nivel matérico. Pero además, este estudio ha puesto de relieve que el conocimiento íntimo de las preparaciones a nivel morfológico y de composición puede servir de gran ayuda en la comprensión de otros aspectos de la obra menos vinculados a su realidad matérica, como son el estético y el histórico.

Del desarrollo de esta investigación y recorrido por los diversos aspectos de las preparaciones, especialmente de las preparaciones blancas de la pintura sobre tabla, han podido extraerse ciertas conclusiones relacionadas con sus funciones, constitución matérica, aplicación y su estudio, en general, en muestras correspondientes a obra real y con la reproducción de los métodos de elaboración de los yesos grueso y mate de acuerdo a las directrices de diversos textos:

1.- La funcionalidad de las preparaciones es diversa. Estos estratos pueden paliar los efectos negativos que el soporte y los factores medioambientales pueden ejercer sobre la policromía. Intervienen, asimismo, en muchos casos, con su color, en el de la obra, afectando a su cromaticidad y luminosidad, al translucirse a través de los estratos pictóricos. Igualmente, pueden ocultar las desigualdades del soporte. Otro de los fines de los estratos preparatorios ha sido evitar la absorción, por parte del soporte, del aglutinante

de la policromía (cuando éste es oleoso) ya que, por una parte, este aglutinante podría deteriorar el soporte en el caso en que se trate de un lienzo y, por otro lado, los estratos pictóricos podrían quedar privados de aglutinante.

Pero, además, la importancia de las preparaciones deriva de la perdurabilidad que puede otorgar a la obra, es decir, de la influencia que sobre la misma depara su constitución y aplicación. Así, es esencial que su aplicación haya sido correcta, con los materiales, dosificación y método adecuados y acorde al soporte y técnicas empleados y a la finalidad de la obra. Cuando se trata de pintura sobre lienzo es primordial que presente la flexibilidad que el soporte requiere.

Igualmente, el estudio de las preparaciones, como ha podido comprobarse en algunos apartados de la presente tesis doctoral, puede enriquecer incluso los conocimientos relativos al contexto o identidad históricos de la obra.

2.- Sulfato de calcio con sus diferentes grados de hidratación y carbonato de calcio en forma de creta han constituido dos de los materiales más empleados en las preparaciones blancas de la pintura sobre tabla de la Escuela Mediterránea y el centro y norte de Europa, respectivamente. Como fuente de sulfato de calcio, se ha empleado o recomendado su empleo en numerosas ocasiones yeso especular, mientras que como carbonato de calcio ha sido profusamente utilizada la creta. Ambos son materiales ciertamente abundantes y sus procesos de transformación para ser utilizados con fines artísticos son relativamente sencillos y económicos.

En España el empleo de yeso en las preparaciones vino determinado, por una parte, por la abundancia de este material en la mitad oriental de la Península Ibérica, así como en las Islas Baleares. Pero por otro lado, la tradición del empleo de yeso en la Cuenca del Mediterráneo se remonta al mundo antiguo y en el territorio español se verá potenciada con la penetración musulmana.

Además, el yeso mate, frente a otros materiales, constituye un material idóneo para llevar a cabo el proceso del dorado al agua bruñado.

3.- En nuestro país se siguió, durante centurias, un complejo sistema de construcción de los retablos que culminaba con la aplicación de los estratos de preparación y policromía con su dorado al agua en muchos casos.

En los contratos correspondientes a la pintura y dorado de retablos del siglo XVI de nuestro país suele prescribirse la aplicación de cinco manos de yeso grueso, cinco de mate y otras cinco de bol. Posteriormente, puede verse reducido el número de capas para la arquitectura de los retablos, e incluso dedicarse una menor atención a la elaboración de los soportes de madera, como ha podido apreciarse en el capítulo IV.

4.- A partir del estudio llevado a cabo por microscopía óptica (MO), microscopía electrónica de barrido (MEB) y dispersión de energía de rayos X (DEX) sobre las capas de preparación de pintura sobre tabla de la Escuela Española ha podido establecerse la existencia de dos tipos de preparaciones: las constituidas únicamente por yeso grueso, y las estructuradas en base al empleo de yeso grueso y yeso mate.

A diferencia de los datos obtenidos en diversos estudios realizados sobre las preparaciones de obras de la Escuela Italiana, en esta investigación no se han hallado ejemplos de preparaciones constituidas únicamente por yeso mate, lo que no quiere decir que no se den dentro de las preparaciones de obras de nuestro país.

El yeso grueso está constituido por partículas de tamaño y morfología heterogéneos, mientras que el yeso mate está integrado por partículas de morfología tabular y prismática que otorgan a estos estratos un aspecto regular. Precisamente esta peculiar morfología del yeso mate es la que permite que el bruñidor comprima el yeso mate junto con el bol y el pan de oro durante el proceso del dorado al agua bruñado.

5.- Como se ha indicado, la aplicación de los estratos de yeso mate es fundamental para la puesta en práctica de la técnica del dorado al agua bruñado. Por ello, el yeso mate aparece en la arquitectura de retablos y en tablas especialmente durante el Gótico, así como en algunos retablos renacentistas con fondos dorados y en la arquitectura de los retablos que continuaron dorándose durante los siglos posteriores.

Sin embargo, ya a partir del siglo XVI numerosas tablas no doradas carecen del estrato de yeso mate. De cualquier manera, el hecho de que una tabla no haya sido dorada no determina la ausencia de este estrato ya que, si bien no era necesario, la tradición de la aplicación de la doble capa había arraigado profundamente en territorio español.

En las preparaciones de algunas de las muestras estudiadas puede relacionarse, por tanto, la ausencia del estrato de yeso mate con el hecho de las tablas de las que proceden no hayan sido doradas con la técnica del dorado al agua bruñido.

Sobre los espesores y el cuidado en la aplicación de los estratos de yeso mate podrían influir diversos factores, como el hecho de que la tabla se haya dorado o no, la época, ya que siendo más antigua la obra puede haberse puesto mayor cuidado en la aplicación de las preparaciones, su importancia o autoría y el tamaño de la obra. Pero el espesor puede variar también simplemente de acuerdo a la obra del retablo o a la zona de la tabla de la que se ha tomado la muestra.

6.- Debido a su origen natural el yeso, aunque haya sido cribado, suele contener diversos minerales asociados. Con el fin de determinar la naturaleza de estos minerales, las muestras estudiadas han sido analizadas por microscopía de barrido (MEB) y dispersión de energía de rayos X (DEX). Estas técnicas han permitido identificar la naturaleza de los elementos mayoritarios y minoritarios constitutivos de los estratos de preparación integrados por yeso.

A partir de los resultados obtenidos, se puede concluir que, tanto en los estratos de yeso grueso como en los de yeso mate, resulta muy frecuente la aparición de aglomerados constituidos generalmente por una masa de aluminosilicatos, calcita (CaCO_3) y dolomita, $[\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2]$, así como partículas aciculares constituidas generalmente por aluminosilicatos y fragmentos o partículas prismáticas de sulfato de estroncio (SrSO_4), comúnmente denominado celestina. Otros compuestos detectados han sido cuarzo (SiO_2), óxido de hierro, pirita (FeS_2) y, posiblemente, dióxido de titanio (TiO_2) y barita (BaSO_4). Menos frecuente resulta la presencia de magnesita y compuestos de fósforo, cloro y cobre.

Como complemento a este análisis cualitativo, se ha llevado a cabo un análisis semicuantitativo que ha permitido determinar la pureza de las preparaciones estudiadas en cuanto a su contenido en sulfato de calcio y el porcentaje de los minerales asociados más abundantes.

7.- Además de los análisis por MEB-DEX, el estrato de yeso grueso de las muestras estudiadas ha sido analizado por espectroscopía FTIR. Los resultados obtenidos con esta técnica confirman los correspondientes al estudio llevado a cabo por MEB-DEX. En todos los casos, además de sulfatos, han sido identificados otras especies minerales, mayoritariamente carbonatos y silicatos. La sensibilidad de esta técnica, ha permitido detectar en algunos casos oxalatos y nitratos. Asimismo, se ha puesto de manifiesto la naturaleza proteica del aglutinante. Sin embargo, no ha sido posible confirmar la presencia de anhidrita (CaSO_4), debido a que en todos los análisis aparecen las bandas de tensión y flexión características de los grupos OH, lo que indica la presencia de un sulfato cálcico hidratado. No obstante, en general estas bandas no son muy intensas, e incluso en algún caso están poco definidas, lo que podría llevar a la conclusión de que el estrato de yeso grueso está constituido por una mezcla de anhidrita y un sulfato hidratado.

8.- El conjunto de los resultados analíticos obtenidos lleva a la conclusión de que suelen existir los mismos minerales asociados tanto en el estrato de yeso grueso como en el de mate, aunque este último sea casi siempre más puro. Además, debe indicarse que una tabla de excepcional calidad, la *Presentación en el templo*, de Martín Gómez el Viejo, presenta también un yeso muy puro. Otro de los factores que pudiera quizás tener relación en algunos casos con la pureza del sulfato de calcio es la época de ejecución de las obras. En el estudio realizado, puede constatar que las obras correspondientes al siglo XV (muestras CAL 8 y SL1), presentan también capas de cierta pureza.

La pureza de los estratos de yeso grueso y yeso mate puede estar determinada por la calidad del yeso de partida. Sin embargo, también puede tener relación con la metodología seguida en su antiguo proceso de cocción. En este sentido, puede tener gran importancia el sistema seguido en el proceso de «armar» el horno de yeso. Aunque en documentación proveniente de antiguas ordenanzas se prohíbe que los huecos existentes entre las piedras de yeso se rellenen con arcillas y se recomienda, en su lugar, que se realice con fragmentos de yeso más pequeños, es posible que no siempre se siguieran estas

premisas. Esta forma de proceder, podría ser responsable de la presencia de aluminosilicatos en las preparaciones.

Igualmente, la pureza de los yesos podía alterarse en el lugar donde se realizaba su molienda. Como se recordará, algunos autores advierten que el yeso debía molerse sobre suelos empedrados para evitar su mezcla con la tierra del suelo del taller, como sucedía. Además, ciertos textos informan sobre la adulteración del yeso con ceniza.

9.- Pueden extraerse importantes conclusiones de los capítulos dedicados al seguimiento de las pautas que dan los textos antiguos relativas a la elaboración de los yesos grueso y mate, así como del estudio morfológico y analítico de los productos obtenidos y de su comparación con las preparaciones correspondientes a obra real. En este estudio se ha empleado la microscopía electrónica de barrido (MEB), el análisis por dispersión de energía de rayos X (DEX) y la difracción de rayos X (DRX).

Con toda probabilidad se utilizó, a modo de yeso grueso, el empleado en otros ámbitos, como la construcción. Para elaborar éste, se empleaba yeso natural ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), del que era especialmente valorada la variedad espejuelo o espeular, y se calentaba en hornos.

El tratamiento calórico del yeso natural provoca importantes cambios en el mismo. Por una parte, aparecen microfisuras de retracción de las que deriva su fragmentación y, en ocasiones, el yeso puede presentar un aspecto plúmeo o en forma de espiga apreciable en su observación por MEB. Asimismo, el calentamiento facilita la molienda del material precisamente por la división o rotura de sus partículas.

Pero este proceso no afecta únicamente a la morfología del material. Además, el yeso natural, sulfato de calcio dihidrato, se convierte en hemihidrato ($\text{CaSO}_4 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$), anhidrita (CaSO_4) o una mezcla de ambos, debido a la pérdida del agua de cristalización que en origen tenía el yeso natural. La formación de una u otra fase depende de la temperatura de cocción.

10.- Generalmente, los estudios realizados sobre las capas de yeso grueso revelan la presencia mayoritaria de anhidrita en este estrato aunque, en ocasiones, pueden estar presentes cantidades variables de otras fases de yeso (hemihidrato o dihidrato). La presencia de dihidrato podría ser debida a que

algunas partículas de yeso no se deshidrataron durante la cocción del yeso, o bien, a que algunas partículas de yeso ya deshidratado resultante de la cocción, se han rehidratado al mezclarse con aguacola para ser aplicado sobre el soporte, a pesar de que la cola animal es un retardante del fraguado. La existencia de hemihidrato puede deberse a que dentro del horno los trozos de yeso no han recibido el mismo calor en todos sus puntos.

El yeso mate se obtiene a partir del apagado en agua de yeso sometido a calentamiento. En el ámbito de la construcción, el yeso cocido también se pone en contacto con agua para producir su fraguado; sin embargo, existen importantes diferencias entre ambos procesos. Por una parte, el yeso empleado en construcción se amasa con agua hasta que «crece» y presenta una consistencia adecuada, momento en el que se emplea sin excesiva demora, de manera que endurece sobre el material de contacto, transformándose de nuevo en dihidrato. Su composición química es la misma que la del yeso natural pero la morfología de sus partículas ha cambiado. Ahora el yeso está constituido por cristales entrelazados responsables de la dureza que adquiere el material.

11.- De igual modo, el yeso mate se elabora poniendo el yeso sometido a calentamiento en contacto con agua. Sin embargo, en este caso se amasa sin descanso la mezcla añadiendo agua continuamente a la vez que «crece» hasta «matarlo», es decir, hasta dejarlo sin fuerza, sin posibilidad de endurecer. Su composición química es la misma que la del anterior y la del yeso natural, es decir, dihidrato. Difiere, sin embargo, de ambos, en la morfología de sus partículas, fundamentalmente prismática, tabular y acicular, que da lugar a un material especialmente suave, blando y útil para llevar a cabo el dorado al agua bruñido.

12.- El yeso mate suele ser más homogéneo que el grueso en cuanto a su morfología y tamaño de partícula, como ha quedado constatado en el examen de las muestras estudiadas. No obstante, en algunas han podido observarse partículas que presentan la característica morfología del yeso sometido a calentamiento, con lo que podrían constituir partículas que no se han rehidratado a pesar de su contacto con el agua durante la elaboración del yeso mate. Asimismo, su presencia puede deberse a la contaminación del material con yeso grueso.

13.- En el proceso de elaboración del yeso mate, es importante atenerse a ciertas directrices aportadas por algunos tratadistas. Ente las

recomendaciones de éstos es esencial la que se refiere a mantener el yeso en agua, ya muerto, durante algunos días, especialmente si la cantidad de yeso a preparar es elevada. Es posible que el material de partida empleado en la elaboración del yeso mate fuera anhidrita, habitual constituyente mayoritario del yeso grueso, como se ha indicado. El hecho de mantener el material en agua durante cierto tiempo asegura la rehidratación de un número mayor de partículas del material (debe recordarse que la anhidrita se rehidrata más lentamente que el yeso hemihidrato). A este respecto, debe recordarse que una de las muestras de anhidrita que se rehidrató con una escasa cantidad de agua y sin permanecer en ésta cierto tiempo como ocurre en la preparación del yeso mate, dio como resultado la obtención de dihidrato y cierta cantidad de anhidrita, lo que indica que algunas de sus partículas no pudieron rehidratarse.

Otra de las importantes recomendaciones que establecen los tratadistas y pueden afectar a las características del yeso mate es la agitación periódica del material durante su permanencia en agua. Efectivamente, cuando se prepara una cantidad importante de yeso mate la agitación permite que las partículas de yeso sometido a calentamiento que anteriormente no entraron en contacto con agua y no se rehidrataron puedan, finalmente, hacerlo.

Asimismo, influye sobre las características morfológicas del yeso mate, concretamente sobre el tamaño de sus partículas, el tamaño de las partículas de yeso cocido.

Por tanto, las instrucciones de los textos antiguos permiten obtener yesos que coinciden, en cuanto a morfología y composición, con los que han podido observarse en muestras correspondientes a obra real.

14.- Debe destacarse que los yesos que actualmente se comercializan bajo la denominación «yeso mate» o «yeso de dorador» y que han sido analizados por MEB-DEX y DRX no presentan, en ningún caso, la morfología característica del yeso mate que ha podido observarse en las preparaciones correspondientes a obra real. Su morfología tampoco coincide plenamente con la de los productos que han podido obtenerse mediante la puesta en práctica de las indicaciones de los tratadistas relativas a la elaboración del yeso mate.

Con respecto a su composición química, tampoco responde en numerosos casos a la del yeso mate, es decir, sulfato de calcio dihidrato, a pesar de que los procesos de elaboración del material son, como ha quedado reflejado especialmente

en los capítulos IV y VI, sencillos y, por tanto, económicos. En algunos casos se ha detectado la fase anhidra (anhidrita).

15.- De manera similar ocurre con la creta (CaCO_3), uno de los materiales más abundantemente empleados en las preparaciones de la pintura sobre tabla del norte y centro de Europa. Así, en el caso de la investigación presentada en esta memoria, cuando se solicitó este material a diversas empresas, los productos suministrados fueron caracterizados mediante MEB-DEX como una mezcla de tierra de diatomeas con carbonato cálcico acicular o, simplemente, como carbonato de calcio en el que no se aprecia la existencia de fósiles. En un caso, el producto designado como creta está integrado, en realidad, por sulfato de calcio.

Bibliografía



Bibliografía

ESTUDIOS TÉCNICOS SOBRE OBRA REAL

ALLART, D.: "Approche de la technique picturale de Pieter Bruegel l'Ancien", *Preprints of the ICOM Committee for Conservation, 10th Triennial Meeting*, Washington DC, 22-27 agosto 1993, 65-69.

BACHMANN, K. W., OELLERMANN, E. y TAUBERT, J.: "The conservation and technique of the Herlin Altarpiece (1466)", *Studies in conservation*, 15, 1970, 327-369.

BERRIE, B. H. y FISHER, S. L.: "A technical investigation of the materials and methods of Dosso Dossi", *ICOM committee for conservation*, 1993, 70-74.

BILLINGE, R., FOISTER, S.: "The underdrawing of Altdorfer's *Christ taking leave of his Mother*", *Burlington magazine*, CXXXV, 1993, 687-691.

BILLINGE, R., CAMPBELL, L., DUNKERTON, J., FOISTER, S., KIRBY, J., PILC, J., ROY, A., SPRING, M. y WHITE, R.: "The methods and materials of Northern European painting 1400-1550", *National Gallery technical bulletin*, 18, 1997, 6-55.

— "A double-sided panel by Stephan Lochner", *National Gallery technical bulletin*, 18, 1997, 56-67.

— "The materials and technique of five paintings by Rogier van der Weyden and his workshop", *National Gallery technical bulletin*, 18, 1997, 68-86.

— "Gossaert's *Adoration of the Kings*", *National Gallery technical bulletin*, 18, 1997, 87-98.

— "Wolf Huber's *Christ taking Leave of his Mother*", *National Gallery technical bulletin*, 18, 1997, 99-112.

- BOMFORD, D., ROY, A. y SMITH, A.: "The techniques of Dieric Bouts: Two paintings contrasted", *National Gallery technical bulletin*, 10, 1986, 39-57.
- BROEKMAN-BOKSTJIN, M., VAN ASPEREN DE BOER, J. R. J., VAN THUL-EHRNREICH, E. H. y VERDUYN-GROEN, C. M.: "The scientific examination of the polychromed sculpture in the Herlin altarpiece", *Studies in conservation*, 15, 1970, 370-400.
- BROWN, CH. y PLESTERS, J.: "Rembrandt's portrait of Hendrickje Stoffels", *Apollo*, 1977, 289-291.
- BUCES, J. A., AHIJÓN, M. J., CEÑAL, A., LLORCA, C., MANZANARES, C., RETANA, C. y YÁÑEZ, M. C.: "La Virgen y San Gabriel. Criterio de intervención en dos sargas de la iglesia parroquial de San Pedro de Ávila", *IX Congreso de Conservación y Restauración de Bienes Culturales*, Sevilla, 1992, 557-570.
- BUCES, J. A.: "La sarga y el aguazo: dos técnicas pictóricas a examen", *Pátina*, nº10, septiembre 2001, 58-70.
- BUCKLOW, S.: "The frontal at the Musée National du Moyen Âge, Paris and the Thornham Parva retable. A technical comparison", *Actes du 1^{er} Congrès international: Art et Chimie. La couleur*, París, CNRS Editions, 2000, 176-179.
- BURNSTOK, A. y SMITH, A.: "Two wings of an altarpiece by Van Heenskerck", *National Gallery technical bulletin*, 12, 1988, 16-35.
- CABRERA, J. M.: "La Piedad de Roger Van der Weyden. Análisis de laboratorio", *Boletín del Museo del Prado*, t. I, nº1, enero-abril 1980, 39-49.
- CABRERA, J. M., GARRIDO, M. C.: "Dibujos subyacentes en las obras de Fernando Gallego", *Boletín del Museo del Prado*, nº 4, tomo II, enero-abril 1981, 27-48.
- CAMPBELL, L. y DUNKERTON, J.: "A famous Gossaert rediscovered", *Burlington magazine*, vol. CXXXVIII, 1996, 164-173.
- CARVALHO, A. de: "Contribuição para o estudo e identificação das madeiras do suporte". *Separata do Boletim do Instituto de José de Figueiredo*, Lisboa, Ministério da Educação e Cultura, 1974, 38-47.
- "Estudo da técnica da pintura portuguesa do século XV", *Separata do Boletim do Instituto de José de Figueiredo*, Lisboa, Ministério da Educação e Cultura, 1974, 50-63.

- CIATTI, M.: "Some observations on panel painting technique in Tuscany from the twelfth to the thirteenth century", *Painting techniques. History, materials and studio practice. IIC Contributions*, Dublín, 7-11 septiembre 1998, 1-4.
- COLINART, S., DELANGE, E. y PAGÈS, S.: "Couleurs et pigments de la peinture de l'Égypte Ancienne", *Techne*, 4, 1996, 29-45.
- COLINART, S. y DELANGE, E.: "Une polychromie complexe", *Techne*, 7, 1998, 39-40.
- "Dorure des sarcophages de l'Égypte Ancienne", *Techne*, 7, 1998, 43-44.
- COLINART, S. y EVENO, M.: "Sculptures médiévales allemandes: Conservation et restauration", *Actes du colloque organisé M. Louvre*, 6-7 diciembre 1993, 159-175.
- CORBEIL, M-C y MOFFAT, E.: "L'analyse de tableaux Canadiens attribués au Frère Luc", *Actes du 1^{er} Congrès international: Art et Chimie. La couleur*, París, CNRS, 2000, 191-196.
- COREMANS, P.: "La technique des «Primitifs flamands». Etude scientifique des matériaux, de la structure et de la technique picturale. III. Van Eyck: L'Adoration de l'Agneau Mystique (Gand: Cathedrale Saint-Bavon)", *Studies in conservation*, 1, 1954, 145-161.
- COREMANS, P. y THISSEN, J.: "Composition et structure des couches originales", pp. 119-145, en "La Descente de croix de Rubens. Etude préalable au traitement", *Bulletin. Institut Royal du Patrimoine Artistique*, V, 1962, 6-187.
- DÁVILA, M^a T. y GARRIDO, C.: "Proceso de restauración del Descendimiento de la cruz. Roger Van der Weyden. Museo del Prado n^o cat. 2825", *Actas del X Congreso de Conservación y Restauración de Bienes Culturales*, Cuenca, 29 septiembre-2 octubre de 1994, 231-250.
- DÍAZ MARTOS, A. y CABRERA, J. M.: "La Virgen de la mosca de la Colegiata de Toro", *Informes y trabajos del Instituto de Conservación y Restauración de obras de Arte, Arqueología y Etnología*, 6, 1966, 7-45.
- DUNKERTON, J., ROY, A., y SMITH, A.: "The unmasking of Tura's *Allegorical figure*: A painting and its concealed image", *National Gallery Technical Bulletin*, 11, 1987, 5-35.
- DUVAL, A. R.: "Les préparations colorees des tableaux de l'école française des dixseptieme et dix-huitieme siècles", *Studies in conservation*, 37, 1992, 239-258.
- ESTRADE ALDA, M. M.: "El brocado aplicado, una técnica insólita empleada en el retablo de Santa María de Galdakao (Bizkaia)", *VII Congreso de Conservación de Bienes*

Culturales, 23-25 de Septiembre, Universidad de Deusto, Vitoria, Ed. Gobierno Vasco, Departamento de Cultura y Turismo, 1991, 126-136.

EWALD-SCHÜBECK, F.: “Estudios sobre la técnica de los pintores españoles y especialmente sobre los cuadros de Murillo”, *Archivo español de arte*, 149, CSIC, Instituto Diego Velázquez, 1956, 43-57.

FOISTER, S.: “The portrait of Alexander Mornauer”, *Burlington magazine*, 1991, CXXXIII, 613-618.

GARCÍA GÓMEZ-TEJEDOR, J.: “La restauración: Estado de conservación y tratamiento”, en *El retablo y la sarga de San Eutropio de El Espinar*, Madrid, ICRBC, Ministerio de Cultura, 1ª ed., 1992, 159-171.

GARRIDO, M. C.: “Contribución al estudio de la obra de Pedro Berruguete utilizando métodos físico-químicos de examen científico: La *Anunciación* de la Cartuja de Miraflores (Burgos)”, *Archivo español de arte*, vol. II, 203, 1978, 307-322.

— *Velázquez. Técnica y evolución*, Madrid, El Viso, 1992.

GARRIDO, M. C. y CABRERA, J. M.: “El dibujo subyacente y otros aspectos técnicos de las tablas de Sopetrán”, *Boletín del Museo del Prado*, 7, tomo III, enero-abril 1982, 15-31.

— “Algunas cuestiones técnicas del Descendimiento de la Cruz de Roger Van der Weyden”, *Boletín del Museo del Prado*, 10 (IV), 39-50.

GETTENS, R. J. y MROSE, M. E.: “Calcium sulphate minerals in the grounds of Italian paintings”, *Studies in conservation*, vol. I, 4, octubre 1954, 174-195.

GETTENS, R. J., WEST FITZHUGH, E., FELLER, R. L.: “Calcium carbonate whites”, en *Artists' pigments. A handbook of their history and characteristics*, (ed. Ashok Roy), Nueva York, National Gallery of Art, vol. 2, 1993, 203-226.

GOETGHEBEUR, N., DECLEIRE-GOOSSENS, A., KOCKAERT, L., y VYNCKIER, J.: “La Châse peinte pré-eyckienne de Namur. Essai d'identification, examen et traitement”, *Bulletin. Institut Royal du Patrimoine Artistique*, XVI, 1976/77, 6-26.

GORDON, G., BOMFORD, D., PLESTERS, J. y ROY, A.: “Nardo di Cione's 'Altarpiece: Three Saints'”, *National Gallery Technical Bulletin*, vol. 9, 1985, 21-37.

HENDRIKS, E.: “Johannes Cornelisz. Verspronck. The technique of a Seventeenth century Haarlem portraitist”, en *Looking through paintings. The study of painting techniques and*

- materials in support of art historical research*, Países Bajos, Uitgeverij de Prom, 1998, 227-267.
- HENDRIKS, E. y GROEN, K.: "Lely's studio practice", *Hamilton Kerr Institute*, 2, 1994, 21-37.
- HENDRIKS, E. y LEVY-VAN HALM, K.: "Technical Developments in a 16th-Century Netherlandish Altarpiece by Maarten van Heemskerck and Cornelis Cornelisz. Van Haarlem", *Preprints of the ICOM Committee for Conservation, 10th Triennial Meeting*, Washington DC, 22-27 agosto 1993, 75-81.
- HENDY, P. y LUCAS, A. S.: "Les préparations des peintures", *Museum*, vol. XXI, (4), 245-276.
- HERMENS, E. y WALLERT, A.: "The Pekstok papers, lake pigments, prisons and paint-mills", en *Looking through paintings. The study of painting techniques and materials in support of art historical research*, Países Bajos, Uitgeverij de Prom, 1998, 269-294.
- KALAND, B. y MICHELSEN, K.: "A medieval panel painting at the University of Bergen. Preliminary report", *Bulletin. Institut Royal du Patrimoine Artistique*, V, 1962, 195-202.
- KÜHN, H.: "A study of the pigments and grounds used by Jan Vermeer", *Report and studies in the history of art*, 1968, 155-202.
- LEVENFELD LAREDO, C.: "Las pinturas sobre anjeo o sargas: Historia material y técnica", en *El retablo y la sarga de San Eutropio de El Espinar*, Madrid, ICRBC, Ministerio de Cultura, 1^a ed., 1992, 153-159.
- LUCAS, A. y PLESTERS, J.: "Titian's 'Bacchus and Ariadne'", *National Gallery technical bulletin*, 1978, vol. 2, 25-48.
- MACKIM-SMITH, Gridley y NEWMAN, Richard: *Ciencia e historia del arte. Velázquez en el Prado*, Madrid, Museo del Prado, 1993.
- MARETTE, J.: *Connaissance des primitifs par l'étude du bois*, París, A. & J. Picard, 1961.
- MARTENS, Didier: "A propos d'un *Tüchlein* flamand du XVI^e siècle conservé au Louvre", *La revue du Louvre et des Musees de France*, XXXVI, 6, 1986, 394-402.
- MARTIN, E. y BRET, J.: "Les hommes illustres du Studiolo d'Urbino (Louvre). Etude de la technique picturale", *ICOM Committee for Conservation. 10th Triennial Meeting*, Washington DC, Estados Unidos, 22-27 agosto 1993, 82-88.

- MARTIN, E., SONODA, A. y DUVAL, A. R.: "Contribution a L'Etude des Preparations Blanches des Tableaux Italiens sur Bois", *Studies in conservation*, 37, 1992, 82-92.
- MASSCHELEIN-KLEINER, L., GOETGHEBÉUR, N., KOCKAERT, L., VYNCKIER, J. y GHYS, R.: "Examen et traitement d'une detrempe sur toile attribuée à Thierry Bouts", *Bulletin. Institut Royal du Patrimoine Artistique*, XVII, Bruselas, 1978/79, 5-21.
- MASSING, A.: "Technical examination of Lambert Sustris's *Diana and Acteon*", *Hamilton Kerr Institute*, 2, 1994, 38-46.
- MOURA, A. de: "Etude des techniques de la peinture portugaise du XY^{ème} siecle", *Conservation of paintings and the graphic arts*, The International Institute for Conservation of Historic and Artistic Works, Lisbon Congress, 9-14 octobre 1972, 301-303.
- MURRAY, S. y GROEN, K.: "Four early Dutch flower paintings examined", *Hamilton Kerr Institute*, n° 2, 6-20.
- PARRA, E.: "Análisis químico y estudio de la superposición de capas pictóricas en las pinturas de Jheronimus Bosch del Museo del Prado", XXI Congreso de Conservación y Restauración de Bienes Culturales, Castellón, 3-6 de octubre de 1996, 91-100.
- PHILIPPOT, A., GOETGHEBEUR, N. y GUISLAIN-WITTERMA, R.: "L'Adoration des Mages de Bruegel au Musée des Beaux-arts de Bruxelles. Traitement d'un *tuechlein*", *Bulletin. Institut Royal du Patrimoine Artistique*, XI, 1969, 5-33.
- PLAHTER, L. E. y PLAHTER, U.: "The technique of a group of Norwegian gothic oil paintings", *Preprints of Conservation of paintings and the Graphic Arts*, Lisbon Congress, Londres, International Institute for Conservation of Historic and Artistic Works, 1972, 131-138.
- PLESTERS, J. y LAZZARINI, L.: "Preliminary observations on the technique and materials of Tintoretto", *Conservation of paintings and the graphic arts, preprints of contributions to the Lisbon congress*, Londres, International Institute for Conservation of Historic and Artistic Works, 1972, 153-180.
- RALLO, C. y PARRA, E.: "Hispano-muslim wall paintings", *IIC. Painting techniques. History, Materials and Studio practices*, Dublín, 1998, 5-9.
- RENARD GROSS, P., BUCES AGUADO, J. A. Y FUSTER SABETER, M. A.: "Camino del Calvario. Estudio y conservación de una sarga del Panteón Real de Oña. Burgos", en *VII Congreso de Conservación y Restauración de Bienes Culturales*, 1991, 579-612.

- RICHTER, E.-L. y HÄRLIN, H.: "The *Stuttgarter Kartenspiel* –scientific examination of the pigments and paint layers of medieval playing cards", *Studies in conservation*, 21, 1976, 18-24.
- RIEBER, F. y STRAUB, R. E.: "The Herlin altarpiece at Bopfingen (1474). Technique and condition of the painted wings", *Studies in conservation*, 22, 1977, 129-145.
- RODRÍGUEZ SIMÓN, Luis Rodrigo: *Examen técnico-científico de las pinturas de Alonso Cano y de las de sus principales continuadores en el Museo de Bellas Artes de Granada*, tesis doctoral dirigida por Domingo Sánchez-Mesa Martín y Carmen Garrido Pérez, Granada, 1998.
- ROY, A.: "The technique of a *tüchlein* by Quinten Massys", *National Gallery technical bulletin*, nº 12, 1988, 36-43.
- RUEDA BARRABINO, J. y DALMAU MOLINER, C.: "Un método antiguo de unión realizado en una pintura sobre una tabla atribuida a Luis de Morales", *XII Congreso de conservación y restauración de bienes culturales*, Alicante, 28-31 de octubre de 1998, 581-586.
- SAN ANDRÉS MOYA, M., SANTOS GÓMEZ, S. y RODRÍGUEZ MUÑOZ, A.: "Características y metodología de aplicación de los yesos utilizados en la preparación de las pinturas sobre tabla. Primeros resultados del estudio efectuado sobre cuatro tablas de los siglos XV-XVI", *Pátina*, 8, 1997, 92-104.
- SANTOS GÓMEZ, S., SAN ANDRÉS, M., BALDONEDO, J. L., CONEJO, O., BÁEZ, M. I., y MUÑOZ, A.: "Contribution to the study of grounds for panel painting of the Spanish School (15th-16th)", *IIC17th International congress: Painting techniques: history, materials and studio practice, Contributions to the Dublin Congress*, 7-11 septiembre 1998, 115-119.
- SERCK-DEWAIDE, M. y SERCK, L.: "La Sedes Sapientiae de la Collégiale Saint-Jean à Liège", *Bulletin. Institut Royal du Patrimoine Artistique*, XVII, 1978-79, 68-88.
- STRUICK VAN DER LOEFF, L. y GROEN, K.: "The restoration and technical examination of Gerard Dou's *The young Mother* in the Mauritshuis", *Preprints of the Icom Committee for Conservation, 10th Triennial Meeting*, Washington DC, 22-27 agosto 1993, 98-103.
- THISSEN J. y VYNCKIER, J.: "Note de laboratoire sur les oeuvres de Juan de Flandes et de son école a Palencia et a Cervera", *Bulletin. Institut Royal du Patrimoine Artistique*, VII, 1964, 234-247.
- TUNA, I. y PORIETE, I.: "The research of the paintings of altar retable in Anna Church at Liepaja", *6th International Conference on Non-Destructive Testing and Microanalysis for*

the Diagnostics and Conservation of the Cultural and Environmental Heritage, Roma, 17-20 mayo, 1999, 2217-2222.

VANDEVIVERE, I. y GUISLAIN-WITERMANN, R.: "La *Lamentation* du Maître de la Vierge inter Virgines à l'Hôpital Saint-Nicholas d'Enghien", *Bulletin. Institut Royal du Patrimoine Artistique*, XI, 1969, 109-133.

VAN HOUT, N.: "Meaning and development of the ground layer in seventeenth century painting", en *Looking through paintings. The study of painting techniques and materials in support of art historical research*, (ed. Erma Hermens), Países Bajos, Uitgeverij de Prom, 1998, 199-225.

VÉLIZ, Z.: "A painter's technique: Zurbarán's the Holy House of Nazareth", *Bulletin of the Cleveland Museum of Art*, 68, 1981, 270-285.

VILLERS, C., STEVENSON, L. y SHARP, J.: "The technique of four 14th-century Italian painting on fabric supports", *ICOM committee for conservation, 10th triennial meeting*, Washington DC, Estados Unidos, 22-27 de agosto de 1993, 104-109.

WADUM, J.: "The Antwerp brand on paintings on panel", en *Looking through paintings. The study of painting techniques and materials in support of art historical research*, Países Bajos, Uitgeverij de Prom, 1998, 179-197.

WYLD, M.: "The cleaning and restoration of Bellini's 'The Blood of the Redeemer' ", *National Gallery Technical Bulletin*, vol. 2, 1978, 17-22.

TRATADOS

ABU 'UBAYD AL-BAKRI: *Geografía de España*, (s. XI, del texto actual introd., trad., n. e ind. por Eliseo Vidal Beltrán), Zaragoza, Anúbar, 1982, (Textos Medievales 53).

ACOSTA, José de: *Historia natural y moral de las Indias: en que se tratan las cosas notables del cielo y elementos, metales, plantas y animales dellas y los ritos y ceremonias, leyes y gouerno y gerras de los Indios*, Madrid, en casa de Alonso Martín: a costa de Iuan Berrillo, 1608.

ALBERTI, Leon Battista: *De re aedificatoria*, (pról. de Javier Rivera, trad. de Javier Fresnillo Núñez), Madrid, Akal, 1991.

ALCHERIO, Giovanni: *De coloribus diversis modis tractatur; De diversis coloribus; Experimenta de coloribus; Experimenta diversa alia quam de coloribus*, (1398-1411,

transcr. y trad. al inglés por M. P. Merrifield), en MERRIFIELD, M. P.: *Original treatises on the arts of painting*, (1ª ed. de 1849, int. y glos. de S. M. Alexander), 2 vols., Nueva York, Dover, vol. 1, 1967.

ALFONSO X EL SABIO: *El primer lapidario de Alfonso X el Sabio*, (t. complementario de la ed. facs. del *Primer lapidario de Alfonso X el Sabio*, Ms. H. I. 15 de la Biblioteca del Escorial, transcr. y com. científicos María Brey Mariño y José Luis Amorós Portolés, apartado denominado *Ciencia en el Lapidario* por José Luis Amorós Portolés), Madrid, Edilan, 1982.

ALONSO BARBA, Álvaro: *Arte de los metales en que se enseña el verdadero beneficio de los de oro, y plata por açogue, el modo de fyndirlos todos, y como se han de refinar, y apartar unos de otros*, Madrid, en la Imprenta del Reyno, 1640.

AMICH BADOSA, Constancio: *Manual del dorador sobre madera*, Barcelona, Sintès, 3ª ed., 1985.

AMMAN, J. y SACHS, H.: *The book of trades* (tít. orig. *Eygentliche Beschreibung Aller Stände auff Erden*, 1ª ed. 1568), Nueva York, Dover, 1973.

ANÓNIMO: *Compositiones ad tingenda musiva* (denominado *Manuscrito de Lucca*, texto del s. VIII, trad. al alemán y n. de Hjalmar Hedfors), Uppsala, Almqvist & Wiksells Boktryckeri, 1932.

ANÓNIMO: “Ricette per fare ogni sorte di colore”, (denominado *Manuscrito de Padua*, s. XVI-XVII, transcr. y trad. al inglés por M. P. Merrifield), en MERRIFIELD, M. P.: *Original treatises on the arts of painting*, (1ª ed. de 1849, int. y glos. de S. M. Alexander), 2 vols., Nueva York, Dover, vol. 2, 1967.

ANÓNIMO: “Secreti per colori”, (denominado *Manuscrito Boloñés*, s. XV, transcr. y trad. al inglés por M. P. Merrifield), en MERRIFIELD, M. P.: *Original treatises on the arts of painting*, (1ª ed. de 1849, int. y glos. de S. M. Alexander), 2 vols., Nueva York, Dover, vol. 2, 1967.

ANÓNIMO: “Secreti diversi”, (denominado *Manuscrito Marciana*, s. XVI, transcr. y trad. al inglés por M. P. Merrifield), en MERRIFIELD, M. P.: *Original treatises on the arts of painting*, (1ª ed. de 1849, int. y glos. de S. M. Alexander), 2 vols., Nueva York, Dover, vol. 2, 1967.

ARCE Y CACHO, Celedonio Nicolás de: *Conversaciones sobre la escultura, compendio histórico teórico y práctico de ella. Para la mayor ilustración de los jóvenes dedicados á las bellas Artes de Escultura, Pintura y Arquitectura: luz á los aficionados y demas*

- individuos del dibujo*, Pamplona, Joseph Longas, 1786, en *Tratados de Artes Figurativas*, CD de la Colección Clásicos Tavera.
- ARFE Y VILLAFANE, Ivan de: *Qvilatador de oro, plata y piedras*, en Madrid, por Antonio Francisco de Zafra, 1678.
- ARMENINI, Giovan Battista: *De veri precetti della pittura* (pref. Enrico Caltelnuovo, ed. de Marina Gorreri, ed. princ. de Rávena, 1586), Turín, Giuli Einaudi Editore, 1988.
- *De los verdaderos preceptos de la pintura*, (int., trad. y n. de M^a Carmen Bernárdez Sanchís), Madrid, Visor Libros, 2000.
- AVERLINO, Antonio (Filarete): *Trattato di architettura* (ed. princ. texto a cargo de Anna Maria Finoli y Liliana Grassi, int. y n. de Liliana Grassi), vols. I, II, Milán, Edizioni il Polifilo, 1972.
- *Tratado de arquitectura*, (ed. de Pilar Pedraza), Vitoria-Gastéiz, Instituto de Estudios Iconográficos del Ayuntamiento de Vitoria-Gastéiz, 1990, (Colección Fuentes para el Estudio de la Historia del Arte).
- BAILEY, K. C.: *The elder Pliny's chapters on chemical subject*, (ed., trad. y n. de Kennet C. Bailey), 2 partes, Londres, Edward Arnold & Co., 1932.
- BAILS, Benito: *Elementos de matemática, Tom. IX. Parte I. Que trata de la arquitectura civil*, (ed. facs. de la 2^a ed. de Madrid, en la Imprenta de la Viuda de D. Joaquin Ibarra, 1796), Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos, Consejería de Cultura y Educación de la Comunidad Autónoma, Murcia, 1983.
- BELLANGER, Camilo: *Manual de pintura al alcance de todo el mundo* (trad. del francés por E. Zamacois), París, Garnier Hermanos, Libreros-Editores, 1899.
- BERGER, E.: *Quellen und technik der fresko, oel-und tempera-malerei des mittelalters*, (1^a ed. de München, 1912, Verlag Von Georg D. W. Callwey), Alemania, Sändig Reprint Verlag, 1982.
- BLONDHEIM, D. S.: "An old Protuguese work on manuscript illumination", *The Jewish quarterly review*, vol. XIX, 1928-1929, 97-135.
- BONTCÉ, J.: *Técnicas y secretos de la pintura. Procedimientos y materiales clásicos y actuales del viejo Egipto* (1^a ed., rev. y amp. Barcelona, Las Ediciones de Arte, 1989), Barcelona, Las Ediciones de Arte, [s. a].
- BORDINI, S.: *Materia e imagen*, Barcelona, Ediciones del Serbal, 1995.

BORGHINI, R.: *Il riposo*, [(ed. facs. de la ed. princ. de Fiorenza, Giordano Morescotti, 1584 (vol. XIII), rec. e índ. analítico de Mario Rosci (vol. XIV)], Milán, Labor, 1967, (Gli Storici della Letteratura Artistica Italiana).

BORRADAILE, V. y R.: *The Strasburg manuscript*, Londres, Alec Tiranti, 1966.

BOUVIER, P. L.: *Manuel des jeunes artistes et amateurs en peinture*, París, F. G. Levrault, 1827.

BRUNELLO, F.: *De arte illuminandi e altri trattati sulla tecnica della miniatura medievale*, Vicenza, Neri Pozza Editore, 1975.

BRUQUETAS GALÁN, R.: “Reglas para pintar. Un manuscrito anónimo de finales del siglo XVI”, *Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico*, nº 24, año VI, septiembre 1998, 33-44.

BURNAM, J. M.: *Recipes from Codex Matritensis*, (edición paleográfica de John M. Burnam), Serie II, vol. VIII, Cincinnati, University Press, Cincinnati, Ohio, 1912, 5-47.

CALEY, E. R.: “The Stockholm papyrus. An English translation with brief notes”, *Journal of Chemical Education*, agosto 1927, vol. 4, 8, 979-1002.

CALVO SERRALLER, F. C.: *Teoría de la pintura del siglo de oro*, Madrid, Cátedra, 1981.

CANTELLI, Genaro: *Tratado de barnices y charoles: en que seda el modo de componer uno perfectamente, parecido al de la China, y muchos otros, que sirven à la pintura, al dorar, y abrir con otras curiosidades añadido en esta última impresión*, Pamplona, en Valencia por Joseph Estevan Dolz, año 1735, en Pamplona à costa de los Herederos de Martínez, 1755.

CARDUCCI, Vincenzo: *Diálogos de la Pintura, su defensa, origen, essencia... Siguése (sic) a los Diálogos, Informaciones y pareceres en favor (sic) del Arte, escritas por varones insignes en todas las Letras/ Son éstos los siguientes: Memorial informatorio por los pintores ... de Frei Lope de Vega Carpio=Del Licendº Antonio de León... Por la pintura y su exempción de Maestº Joseph de Valdivielso=Dicho y deposicion de Don Lorenço Vanderhanen y Leon=Don Ivan de Iavregui=por los pintores y su exempcion (Ivan Alonso de Butron/=Parecer de D. Ivan Rodriguez de Leon*, Madrid, impr. Por Fco. Martinez, 1633.

— “Diálogos de la Pintura, Origen, Esencia, Definición, Modas y Diferencias” (ed. princ. de 1633, Madrid), en CALVO SERRALLER, F.: *La Teoría de la Pintura en el Siglo de Oro*, (ed., pról. y n. de F. Calvo Serraller), Madrid, Cátedra, 1981.

- CENNINI, Cennino: *Il libro dell'arte*, (ed. rev. y corr. por Renzo Simi), Lanciano, R. Carabba, 1913.
- *The Craftsman's Handbook. The Italian "Il Libro dell'Arte"*, (trad. de Daniel V. Thompson), Nueva York, Dover, 1960.
- *El libro del arte*, (com. y an. por F. Brunello, trad. del italiano de Fernando Olmeda Latorre), Madrid, Akal, 1988.
- CÉSPEDES, Pablo de: "Discurso de la comparación de la antigua y moderna pintura y escultura, 1604", en CALVO SERRALLER, F.: *La Teoría de la Pintura en el Siglo de Oro*, (ed., pról. y n. de F. Calvo Serraller), Madrid, Cátedra, 1981.
- Escritos de Pablo de Céspedes (ed. crítica de Jesús Rubio Lapaz y Fernando Moreno Cuadro), Córdoba, Diputación de Córdoba, 1998.
- Curtido de pieles y fabricación de cola. Separata de Los grandes inventos en todas las esferas de la actividad humana y sus principales aplicaciones científicas, artísticas, industriales, comerciales y domésticas*, (ed. facs. de la 1ª trad. al español a partir de la alemana por Enrique Urios y Gras, tomo quinto, Madrid, Gras y Compañía, Editores, 1889), Valencia, Librerías París-Valencia, 2001.
- CHURCH, A. H.: *The chemistry of paints and painting*, Londres, Seeley and Co. Limited, 3ª ed., 1901.
- DIOSCÓRIDES, Pedacio: *Acerca de la materia medicinal y de los venenos mortíferos*, (s. I, trad. del griego al castellano y com. por Andrés de Laguna en Salamanca, 1566, ed. actual facs. de ésta), Madrid, Ediciones de Arte y Bibliofilia, 1983.
- DOERNER, M.: *Los materiales en la pintura y su empleo en el arte*, (trad. del alemán de C. Sáenz de Magarola), Barcelona, Reverté, 4ª ed., 1986.
- DUHAMEL DE MONCEAU, Henri Louis: *Tratado del cuidado y aprovechamiento de los montes y bosques: corta, poda, beneficio y uso de sus maderas y leñas* (trad. de Casimiro Gomez de Ortega), Madrid, Joachin Ibarra, 1773-1774.
- DUPUY DU GREZ, Bernard: *Traité sur la peinture pour en apprendre la theorie & le perfectionner dans la pratique*, (1ª ed. de 1699, París), París, Florentin et Pierre Delaulne, 1700.
- ESPAÑOL, R. (dir.): *Curso práctico de dibujo y pintura*, 4 vols., Madrid, Nueva Lente, 1984.

- ESPINOSA, P. C.: *Manual de construcciones de albañilería*, (ed. facs. de la de Madrid de 1859), Madrid, Real Academia Española, 1991.
- EURGE GARCÍA, J. (comp.): *Clásicos Tavera. Tratados de arquitectura, urbanismo e ingeniería*, CT044, serie V, vol. 13, Madrid, Fundación Histórica Tavera, Biblioteca Nacional de España, 2000.
- F. B. y B.: *Manual de albañilería*, Madrid, El libro de Oro, 1863.
- FELIBIEN, André: Des principes de l'architecture, de la sculpture, de la peinture, et des autres arts que en dépendent, avec un dictionnaire des termes propres à chacun de ces arts, París, 1676.
- FERNÁNDEZ DE OVIEDO, Gonzalo: *La historia general de las Indias. Primera parte de la historia natural de las Indias, Islas y tierra firme del mar oceano*, Sevilla, emprenta de Juan Cromberger, 1535.
- FERRADA, Ventura: *Tratado elemental de las rocas y materiales mas usados en construcciones o manual practico recopilado de datos necesarios y esenciales al mejor conocimiento de unas y otros*, (ed. facs. de la de Madrid, imprenta de J. Limia y G. Urosa, 1868), Valencia, Librerías París-Valencia, 1998.
- FLEURY, Paul: *Nuevo tratado de adorno y decorado*, París, Garnier Hermanos, Libreros-editores, 1899.
- FORNES Y GURREA, Manuel: *Observaciones sobre la practica del arte de edificar*, Valencia, [s. n.], Imprenta de Cabrerizo, 1841.
- FRESNOY, CH. A. du: *L'art de peinture*, (trad. y aum. por R. de Piles, reprod. facs. de la ed. de París, 1673), Ginebra, Minkoff, 1973.
- GAMARRA, Cirilo: *Guia de aficionados á la Miniatura, Empastado, Iluminacion y Pastel* (ed. facs. de la de Madrid, por Don Julián Viana Razola, 1827), Valencia, Librerías París-Valencia, 1998.
- GARCÍA HIDALGO, José: "Principios para estudiar el nobilissimo y real arte de la pintura, con todo, y partes del cuerpo humano, siguiendo la mejor escuela, y simetría, con demostraciones matemáticas, que ajustan, y enseñan la proporcion y perfection del rostro, y cientos perfiles del hombre, mujer y niños" (ed. princ. de 1693, Madrid), en *La Teoría de la Pintura en el Siglo de Oro*, (ed., pról. y n. de F. Calvo Serraller), Madrid, Cátedra, 1981.

GARCÍA LÓPEZ, M.: *Manual del constructor (estucos en caliente)*, Madrid, Viuda e Hijos de J. Cuesta, 1864.

GUEVARA Felipe de: *Comentarios de la pintura*, (2ª ed. reproducida de la ed. princ. de Madrid, por don Gerónimo Ortega, Hijos de Ibarra y compañía, 1788; la obra, sin embargo, data originariamente de alrededor de 1560, ed. actual rev. por Rafael Benet) Barcelona, Selecciones Bibliófilas, 1948.

HAWTHORNE, J. G. y STANLEY SMITH, C.: “*Mappae Clavicula. A little key to the world of medieval techniques*”, *Transactions of the American Philosophical Society*, new series, volume 64, part 4, 1974, 26-76.

— On Divers Arts. *The foremost medieval treatise on painting, glassmaking and metalwork*, (trad., int. y n. de John G. Hawthorne y Cyril Stanley Smith), Nueva York, Dover, 1979.

HELLWIG, K.: *La literatura artística española en el siglo XVII*, Madrid, Visor, 1999, La balsa de la Medusa, 102.

HERACLIO: “De coloribus et artibus Romanorum”, (s. X-XIII, transcr. y trad. al inglés por M. P. Merrifield), en MERRIFIELD, M. P.: *Original treatises on the arts of painting*, (1ª ed. de 1849, int. y glos. de S. M. Alexander), 2 vols., Nueva York, Dover, vol. 1, 1967.

HERNÁNDEZ, Francisco: *Historia natural de Cayo Plinio Segundo*, (trasladada y anotada por Francisco Hernández en el siglo XVI, a partir del cap. 26 se aporta la versión de Jerónimo de Huerta, publicada en Madrid por Juan González en 1629), México, Visor libros, 1998.

HERRANZ GARCÍA, Eugenio: *El arte de dorar*, (1ª ed. de 1959), Madrid, Dossat 2000, 5ª ed. 1994.

HETHERINGTON, P. : *The Painter's manual of Dionysius of Fournia*, (trad. y com. del cod. Gr. 708 de la Biblioteca Saltykov-Shchedrin State Public Library de Leningrado), Londres, The Sagitarii Press, 1978.

HILD, K. W.: *Manual del pintor decorador*, (vers. de la 3ª ed. alemana por R. F. Villa del Rey), Barcelona, Gustavo Gili, 1950.

HILER, H.: *Notes on the technique of painting*, Londres, Faber & Faber Limited, 6ª ed., 1957.

— *The painter's pocket-book of methods and materials*, (ed. de Jan Gordon y rev. de Colin Hayes), Londres, Faber and Faber, 3ª ed., 1970.

HILLIARD, N.: *The arte of Limning*, United Kingdom, Mid Northumberland Arts Group in association with Carcanet New Press, Edinburg University Library, 1981.

HOLANDA, Francisco de: *Da pintura antiga*, (int. y n. de Ángel González García, ed. princ. de 1548), Lisboa, Commissariado para a XVII exposição Europeia de Arte, Ciencia e Cultura, 1983, (Coleção arte e artistas).

—*De la pintura antigua; seguido de El diálogo de la pintura* (vers. castellana de Manuel Denis 1563, reprod. facs. de la ed. de Madrid de J. Ratés, 1921, ed. y notas de la ed. actual de F. J. Sánchez Cantón), Madrid, Visor, 2003.

J. A. y L.: *Dibujo lavado, pintura de aguada y de iluminación*, (Barcelona, imprenta de J. Verdaguer, 1833), Valencia, Librerías París-Valencia, 1994.

KOCKAERT, L.: “Note on the painting technique of Melchior Broederlam”, *ICOM Committee for Conservation, 7th Triennial Meeting*, Copenhagen, 10-14 septiembre 1984, 84.19.7-10.

LAIRESSE, G. de: *The art of painting in all its branches: Methodically demonstrated by discourses and plates, and exemplified by remarks on the best masters, and their perfections and oversights laid open*, (trad. de John Frederik Fritsch), Londres, S. Vandenberg, [s. a.].

LE BEGUE, Jean: “Tabula de vocabulis sinonimis et equivocis colorum”, (c. 1431, transcr. y trad. al inglés por M. P. Merrifield), en MERRIFIELD, M. P.: *Original treatises on the arts of painting*, (1^a ed. de 1849, int. y glos. de S. M. Alexander), 2 vols., Nueva York, Dover, vol. 1, 1967.

LE BRUN, Pierre: “Recueil des essaies des merveilles de la peinture, detto Manoscritto di Bruxelles”, (1635, transcr. y trad. al inglés por M. P. Merrifield), en MERRIFIELD, M. P.: *Original treatises on the arts of painting*, (1^a ed. de 1849, int. y glos. de S. M. Alexander), 2 vols., Nueva York, Dover Publications, vol. II, 1967.

LOMAZZO, Gian Paolo: *Scritti sulle arti*, (tít. original *Trattato dell'arte della pittura, scoltura et architettura... diviso in sette libri ne' quali si discorre de la Proporzione, de' Motik, de' Colori, de' Lumi, de la Prospettiva, de la Prattica della Pittura, e finalmente de le Istorie d'essa Pittura*, ed. princ. 1584, Milán, ed. actual a cargo de Roberto Paolo Ciardi), vol. I, Marchi & Bertolli, 1973, vol. II, Centro Di, 1974, (Raccolta Pisana di saggi e studi).

LOTTO, Lorenzo: *Libro di spese diverse*, (publ. por Zampetti), Venezia-Roma, Instituto per la Collaborazione Culturale, 1969.

MANAUT VIGLIETTI, J.: *Técnica del arte de la pintura o Libro de la pintura*, Madrid, Dossat, 1959.

Manual completo del albañil-yesero, del solador, y del pizarrero. Añadido con un prontuario de las voces tecnicas principales usadas en estas artes, así como en la arquitectura necesarias a todo buen albañil, Madrid, boix editor, impresor y librero, 1840.

MARCOS Y BAUSÁ, Ricardo: *Manual del albañil*, Madrid, Dirección y Administración, 3ª ed., 1880.

MARCUCCI, Lorenzo: *Saggio analitico-chinico sopra i colori minerali e mezzi di procurarsi gli artefatti gli smalti e le vernici di Lorenzo Marcucci ed osservazioni fatte dal medesimo sopra la pratica del dipingere ad olio tenuta dalle scuole fiorentina veneziana e fiamminga*, Roma, nella stamperia di Lino Contedini, 1813.

MARTIN DE WILD, A.: *The scientific examination of pictures*, Londres, G. Bell & Sons, Ltd., 1929.

MARTÍNEZ, Jusepe: *Discursos practicables del nobilísimo arte de la pintura*. (ed., pról. y n. de Julián Gallego), Madrid, Akal, 1988, (Colección Fuentes del Arte).

MÉRIMÉE, Jean-François-Léonor: *De la peinture à l'huile ou des procédés matériels employés dans ce genre de peinture depuis Hubert et Jean Van-Eyck jusqu'à nos jours*, [ed. facs. de la de París, Mme. Huzard (Née Vallat la Chapelle), Libraire, 1830], París, Erec, 1981.

MERRIFIELD, M. P.: *The art of fresco painting as practised by the old Italian and Spanish masters; with observation and notes; with a preliminary inquiry into the nature of the colours used in fresco painting*, Londres, Alec Tiranti, 1952.

— *Original treatises on the arts of painting*, (1ª ed. de 1849, int. y glos. de S. M. Alexander), 2 vols., Nueva York, Dover, 1967.

MONTON, Bernardo: *Secretos de artes liberales y mecánicas: recopilados y traducidos de varios y selectos autores que tratan de Phisica, pintura, arquitectura, optica...* Madrid, en la oficina de Antonio Marin, 1734.

MUNÁIZ Y MILLANA, D. R.: *Manual de curiosidades artísticas y entretenimientos útiles*, Madrid, Imprenta de Don Eusebio Aguado, 2ª ed., 1834.

MUÑOZ VIÑAS, S.: "Fuentes escritas para el estudio de las técnicas y materiales del arte: El *Tratado de barnices y charoles* en la tratadística española del siglo XVIII", *VIII Congrès de conservació de béns culturals*, Valencia, 20-23 de septiembre de 1990, 99-108.

NUNES, Felipe: *Arte poetica, e da Pintvra, e symetria, com principios da perspectiua*, Lisboa, Pedro Crasbeeck, 1615.

PACHECO, Francisco: *Arte de la pintura, su antigüedad y grandezas*, Sevilla, Simón Faxardo, 1649.

— *Arte de la Pintura*. (ed., introducción y n. de Bonaventura Bassegoda i Hugas), Madrid, Cátedra, 1990, (Arte. Grandes Temas).

PALOMINO DE CASTRO Y VELASCO, Antonio: *El museo pictórico y escala óptica*, t. I, *Theorica de la pintvra en qve se describe su origen, essencia, especies y qualidades, con todos los demás accidentes, que la enriquezen, e ilustran*, Madrid, Lucas Antonio de Bedmar, 1715. *El museo pictórico y escala óptica*, t. II, *Practica de la pintvra en qve se trata de el modo de pintar à el olio, temple y fresco, con la resolución de todas las dudas, que en su manipulacion pueden ocurrir ...*, Madrid, Viuda de Juan Garcia Infançon, 1724. *El museo pictórico y escala óptica*, t. III, *El parnaso pintoresco laureado: con las vidas de los pintores, y estatuarios eminentes españoles, qve con sus heroycas obras ...*, Madrid, Viuda de Juan Garcia Infançon, 1724.

— *El museo pictórico y escala óptica*, (ed. princ. de 1715-1724, Madrid), 3 t., Madrid, Aguilar, 1988.

PALUZIE, Esteban: *Guía del artesano*, Barcelona, litografía de Faustino Paluzie, 1891.

PALLADIO, Andrea: *Libros I y III de Palladio* (ed. princ. 1550, trad. por F. Praves en Valladolid, por Ivan Lasso, 1625, reprod. facs. de ésta con est. introductorio de J. Ribera), Valladolid, Colegio Oficial de Arquitectos, 1986.

— *Los cuatro libros de arquitectura*, (reprod. facs. del libro *Los cuatro libros de arquitectura*, Madrid, Imprenta Real, 1797, trad. e il. con n. de Joseph Francisco Ortiz y Sanz), Barcelona, Alta Fulla, 1987.

— *Los cuatro libros de arquitectura*, (trad. del italiano por Luisa de Aliprandini y Alicia Martínez Crespo, int. de Javier Ribera), Madrid, Akal, 1988.

PASCUAL DíEZ, Ramón: *Arte de hacer el estuco jaspeado o de imitar los jaspes a poca costa y con la mayor propiedad*, (ed. de 1785, est. introductorio de José Ramón Nieto González y Salvador Mata Pérez), Valladolid, Colegio Oficial de Arquitectos de Valladolid, 1988.

PÉREZ DOLZ, F.: *Iniciación a la técnica de la pintura*, Barcelona, Apolo, [1947?].

PILES, Roger de: *Les premiers éléments de la peinture pratique*, (ed. princ. de 1684, París), Genève, 1973.

PINO, Paolo: *Dialogo di pittvra*, in *Vinegia per Pauolo Gherardo*, 1548.

PLINIO EL VIEJO: *Lapidario*, (pref., trad., y n. de Avelino Domínguez García e Hipólito-Benjamín Riesco), Madrid, Alianza, 1993.

RIFFAULT, M. M.: *Nouveau manuel complet de peintre en batiments, vernisseur, vitrier et colleur de papiers de tenture...*, París, Librairie Encyclopedique de Roret, 1882.

ROBERT, K.: *Traité pratique de la peinture a l'huile*, París, Henri Laurens, 5ª ed. 1891.

RONCHETTI, G.: *Manual para los aficionados a la pintura al óleo, á la acuarela, miniatura, aguazo, temple, encausto, pastel, fotopintura, etc. (paisaje, figura, flores, carteles de anuncios*, (trad. de la 4ª edición italiana por María Ortiz y Ortiz), Madrid, Adrián Romo, 1912.

ROSIGNÓN, Julio: *Manual de aceites y jabones ó sea extracción de los cuerpos grasos y fabricación de jabones*, (París, Rue Visconti 23, México, Cinco de Mayo 14, 1904), Valencia, Librerías París-Valencia, 2001.

RUDEL, Jean: *Técnica de la pintura*, (trad. de Carlos Cid), Barcelona, Vergara, 1957, Nuevos Horizontes.

— *Technique de la peinture*, París, Presses Universitaires de France, 1983.

SÁENZ Y GARCÍA, Manuel: *Manual teórico-práctico del pintor, dorador y charolista*, Madrid, Hijos de D. J. Cuesta, 3ª edición, 1902.

SAGREDO, Diego de: *Medidas del romano*, (ed. princ. de 1526, Toledo, ed. actual con pról. de Fernando Marías y Agustín Bustamante), Madrid, Instituto de Conservación y Restauración de Bienes Culturales y Consejo General de Colegios Oficiales de Aparejadores y Arquitectos Técnicos, 1986.

SALMON, William: *Polygraphice or The arts of drawing, engraving, etching, limning, painting, washing, varnishing, gilding, colouring, dying, beautifying and perfuming*, Londres, impreso por Ands. Clark for John Crumpe at the Sign of the three Bibles, 3ª ed., 1675.

SAN AUDEMAR, P. de: “Liber magistri petri de Sancto Audemaro de coloribus faciendis”, (s. XIII-XIV, transcr. y trad. al inglés por M. P. Merrifield), en MERRIFIELD, M. P.: *Original treatises on the arts of painting*, (1ª ed. de 1849, int. y glos. de S. M. Alexander), 2 vols., Nueva York, Dover, vol. 1, 1967.

SAN ISIDORO DE SEVILLA: *Etimologías*, (texto latino, vers. esp. y n. de José Oroz Reta y Manuela Marcos Casquero), tomos I, II, Madrid, Biblioteca de Autores Cristianos, 1993.

SAN NICOLÁS, Fray Laurencio de: *Arte y uso de architectura*, [reprod. fács. de las eds. de Madrid, s. i., de 1639 (1ª parte) y de 1664 (2ª parte), col. dirigida por Luis Cervera], Albatros, 1989 (Colección Juan de Herrera).

Segunda parte del arte y uso de la arquitectura... con el quinto y septimo libro de Euclides... y las medidas difíciles de Bovedas y de las superficies y pies cúbicos de Pichinos. Con las ordenanzas de la imperial ciudad de Toledo, Madrid, [s. n.], 1663.

SANZ, M. M.: "El *Tratado de Arquitectura* de Bartolomé Ferrer (1719)", *Revista de ideas estéticas*, abril-mayo-junio, 142, 1978, 111-129.

—"Un tratado de pintura anónimo y manuscrito del siglo XVII", *Revista de ideas estéticas*, 143, tomo XXXVI, 1978, 252-275.

SAULO, M. J.: *Nouveau manuel complet de la dorure sur bois à l'eau et à la mixtion par les procédés anciens et nouveaux... suivi de la fabrication des peintures laquées sur meubles et sur sièges*, París, Manuels Roret, 1985.

SCHLOSSER, J.: *La literatura artística. Manual de fuentes de la historia del arte*, Madrid, Cátedra, 1976.

Secretos raros de artes y oficios: obra útil a toda clase de personas / la da a luz un artesano deseoso de extender tan importantes conocimientos a su patria, Madrid, Imprenta de Sancha, 1805.

Secretos raros de artes y oficios... t.II, III, IV, V, Madrid, Imprenta de Villalpando, 1806.

Secretos raros de artes y oficios, t. VII, Madrid, Imprenta de Repullés, 1807.

Secretos raros de artes y oficios, t. VIII, IX, X, XI, XII, Madrid, Imprenta de Villalpando, 1807.

SIGÜENZA, Fray José de: *Tercera Parte de la Historia de la Orden de San Gerónimo doctor de la Iglesia. Dirigida, al Rey nuestro Señor, Don Philippe III*, Madrid, Imprenta Real, por Iuan Flamenco, 1605.

SOLER, J.: *Curso completo teórico práctico de diseño y pintura en sus tres principales ramos de olio, temple, y fresco*, (ed. fács. de la de Barcelona, Imprenta de José Torner, Bajada del Regomí, Marzo de 1837), Valencia, Librerías "París Valencia", 1998.

SOURIS, Alexandre: *Traité pratique de peinture industrielle*, (ed. Ch. Béranger), París, Librairie Polytechnique, 1910.

Tesoro de las escuelas: obra escrita a imitación de la italiana "Juanito" por Parravicini, con otras muchas materias no contenidas en ella, (reprod. facs. de la ed. de Madrid, 1915) Madrid, Edaf, 1999.

THEOPHRASTUS: *De lapidibus*, (ed., int., trad. al inglés y com. de D. E. Eichholz), Oxford, At The Clarendon Press, 1965.

TEBANO, Parrasio: *Arcadio Pictórica en sueño, alegoría ó poema prosaico sobre la teórica y práctica de la pintura*, Madrid, Antonio de Sancha, 1789.

THOMPSON, D. V.: "Medieval color making: Tractatus qualiter quilibet artificialis color fieri possit from Paris, B. N., MS. Latin 6749^b", en *Isis*, XXII, 1935, 456-468.

— "More medieval color-making: *Tractatus de coloribus* from Munich, Staatsbibliothek, Ms. Latin 444", *Isis*, XXIV, 1935-1936, 382-396.

— "Trial index to some unpublished sources for the history of medieval craftsmanship", *Speculum, Journal of medieval studies*, 1935, X, 410-431.

TINGRY, P. F.: *A treatise. The painter and varnisher's*, Londres, Sherwood, Neely and Jones, 2^a ed, 1816.

TURQUET DE MAYERNE, Theodore: *Pictoria, Sculptoria, Tinctoria et quae subalternarum artium spectantia; in lingua Latina, Gallica, Italica, Germanica conscripta a Petro Paul Rubens, Van Dyke, Somers, Greebery, Janson* (escrito entre 1620-1646, pres. de la ed. actual por M. Faidutti y C. Versini), Lión, Audin Imprimeurs, 1965-67.

URIOS Y GRAS, Enrique: "Curtido de pieles y fabricación de cola", separata de *Los grandes inventos en todas las esferas de la actividad humana y sus principales aplicaciones científicas, artísticas, industriales, comerciales y domésticas*, (Madrid, Gras y Compañía, editores, 1889), Valencia, Librerías París-Valencia, 2001.

VALDES, N.: *Manual de ingeniero: resumen de la mayor parte de los conocimientos elementales y de aplicación en las profesiones del ingeniero y arquitecto*, París, Militar de J. Dumaine, 1859.

VAN MANDER, K.: *Het Leven der Doorluchtighe Nederlandsche/en Hooghduytche Schilders*, Doornspijk, Miedema, 1994.

VAN MANDER, Karel: *The lives of the Illustrious Netherlandish and German painters*, (tít. orig. *Het Schilder Boek, Waer in voor eerst de leerlustighe Iueght den Grondt der Edel Vry Schilderconst in verscheiden deelen wort voorghedraghen*, introd. y trad. de H. Miedema de la 1ª ed del *Schilder-boek* de 1603-1604, precedido de la vida del autor a partir de la 2ª ed. del texto de 1616-1618), 2 t., t. 1: *The text*, t. 2: *Commentary on biography and lives*, Doornspijk, Davaco, t. 1 de 1994, t. 2 de 1995.

VASARI, Giorgio: *Le vite de' più eccellenti architetti, pittori, et scultori italiani, da Cimabue insino a' tempi nostri*, (ed. princ. Florencia, 1550, pres.de la ed. mod. de Giovanni Previtali), 2 vols., Turín, Einaudi, 1986.

—*Las vidas de los más excelentes arquitectos, pintores y escultores italianos desde Cimabue a nuestros tiempos*, (est., sel. y trad. del italiano por María Teresa Méndez Baiges y Juan Mª Montijano García, tít. orig. *Le vite de' più eccellenti Architetti, Pittori e Scultori Italiani da Cimabue insino a' tempi nostri; descritte in lingua Toscana da Giorgio Vasari Pittore aretino. Con una sua utile e necessaria introduzzione a le arti loro*, 2 vols., ed. princ. Florencia, 1550), Madrid, Tecnos, 1998.

VÉLIZ, Z.: *Artists' Techniques in Golden Age Spain*, Cambridge, Cambridge University Press, etc., 1986.

VIBERT, J. G.: *La ciencia de la pintura*, (vers. española por Miguel de Toro y Gómez), París, Sociedad de Ediciones Literarias y Artísticas, 1908.

VICENTE ORELLANA, Francisco: *Tratado de barnices, y charoles, enmendado, y añadido en esta segunda impression de muchas curiosidades, y aumentado al fin con otro de miniatura para aprender facilmente à pintar sin Maestro; y secreto para hacer los mejores colores, el oro bruñido, y en concha*, (trad. del francés al castellano por Francisco Vicente Orellana), Valencia, Imprenta de Joseph Garcia, 1755.

VILLANUEVA, Juan de: *Arte de albañilería*, (ed. preparada por Angel Luis Fernández Muñoz que incluye el facsímil de la edición de 1827, de don Pedro Zengotita Vengoa), Madrid, Editora Nacional, 1984, (Artes del Tiempo y del Espacio).

VINCI, Leonardo da: *Tratado de Pintura*, (comienzos del siglo XVI, ed. de Ángel González García), Madrid, Akal, 2ª ed., 1993.

VITRUBIO POLIÓN, Marco: *Los diez libros de arquitectura*, (reprod. facs. de la ed. de Madrid de 1787, trad. y com. de José Ortiz y Sanz), Madrid, Akal, 1987.

—*Los diez libros de arquitectura*, (reprod. facs. de la ed. de Madrid de 1787, trad. y com. de José Ortiz y Sanz), Madrid, Alta Fulla, 1987.

—*Los diez libros de arquitectura*, (trad. y com. de José Ortiz y Sanz), Madrid, Akal, 1992 (Colección Fuentes de Arte: Serie Mayor).

—*On architecture* (versión en latín e inglés a partir del Harleian Manuscript 2767 de Frank Granger), 2 vols., I: libros I-V, II: libros VI-X, Londres, William Heinemann Ltd., 1970, (The Loeb Classical Library).

VIVERT, J. G.: *La ciencia de la pintura*, (vers. española por Miguel de Toro y Gómez) París, Sociedad de Ediciones Literarias y Artísticas, 1908.

VOLPATO, Giovanni Battista: “Modo da tener nel dipinger”, (c. 1680, transcr. y trad. al inglés por M. P. Merrifield), en MERRIFIELD, M. P.: *Original treatises on the arts of painting*, (1ª ed. de 1849, int. y glos. de S. M. Alexander), 2 vols., Nueva York, Dover, vol. 2, 1967.

WALEY SINGER, D.: “Michael Scot and Alchemy”, *Isis*, 13, 1930, 5-15.

WALLERT, A.: “Libro secondo de diversi colori e sise da mettere a oro: A fifteen-century technical treatise on manuscript illumination”, *Historical painting techniques, materials, and studio practice*, Symposium University of Leiden, Países Bajos, 26-29 junio 1995.

WANDENBERG, E.: *Petit manuel de dorure sur bois*, París, Imprimerie des Beaux-arts, 1927.

ANTIGUOS DOCUMENTOS, CONTRATOS Y ORDENANZAS

ABIZANDA Y BROTO, Manuel: *Documentos para la historia artistica y literaria de Aragón procedentes del Archivo de Protocolos de Zaragoza*, Zaragoza, Tip. la Editorial, 1915.

AGULLÓ Y COBO, M.: *Documentos sobre escultores, entalladores y ensambladores de los siglos XVI al XVIII*, Valladolid, Publicaciones del departamento de Historia del Arte, 1978.

—*Noticias sobre pintores madrileños de los siglos XVI y XVII*, Granada, Departamento de Historia del Arte de las Universidades de Granada y Autónoma de Madrid, 1978.

—*Más noticias sobre pintores madrileños*, Madrid, Ayuntamiento de Madrid, Delegación de Cultura, 1981.

—*Documentos para la historia de la pintura española*, Madrid, Museo del Prado, t. I, 1994, t. II, 1996.

ANDRÉS, G. de: *Inventario de documentos sobre la construcción y ornato del Monasterio del Escorial existentes en el Archivo de su Real Biblioteca*, Archivo Español de Arte, CSIC, Instituto Diego Velázquez, Madrid, 1972.

“Año 1351. Ordenamiento del Rey Don Pedro I, dado en las Cortes de Valladolid, sobre organización del trabajo y señalamiento de jornales para los pueblos de las diócesis de Toledo y Cuenca”, *Documentos del Archivo General de la Villa de Madrid*, publicados por orden del Excmo. Ayuntamiento, tomo I, 1888.

ARDEMANS, Teodoro: *Declaracion y extension, sobre las Ordenanzas que escribió Juan de Torija, Aparejador de obras Reales, y de las que se practican en las Ciudades de Toledo, y Sevilla, con algunas advertencias à los Alarifes, y Particulares, y otros capitulos añadidos à la perfecta inteligencia de la materia; que todo se cifra en el gobierno politico de las fabricas* (ed. facs. de la ed. princ. de Madrid, Francisco del Hierro, 1719), Madrid, Gerencia Municipal de Urbanismo del Excmo. Ayuntamiento de Madrid, 1992.

BAGO Y QUINTANILLA, M. de: Arquitectos, escultores y pintores sevillanos del siglo XVII, *Documentos para la historia del arte en Andalucía*, vol. 5, Sevilla, Facultad de Filosofía y Letras, Laboratorio de Arte, 1933.

BRUMONT, F.: “El comercio exterior castellano a mediados del siglo XVI: Un memorial de las mercaderías que entran en el Reyno”, en *Castilla y Europa. Comercio y mercaderes en los siglos XIV, XV y XVI*, (ed. por Hilario Casado Alonso), Burgos, Excma. Diputación Provincial de Burgos, V Centenario de la Fundación del Consulado del Mar de Burgos, 1995, 179-190.

CADIÑANOS BARDECI, I.: “Los maestros doradores madrileños y sus ordenanzas”, *Anales del Instituto de Estudios Madrileños*, XXIV, 1987, 239-251.

CARRILLERO MARTÍNEZ, R.: *Ordenanzas de Albacete en el siglo XVI*, Albacete, Instituto de Estudios Albacetenses de la Excma, Diputación de Albacete, 1997.

Documentos para la historia del arte en Andalucía. Documentos varios, vol. 1, Sevilla, Universidad de Sevilla, Facultad de Filosofía y Letras, Laboratorio de Arte, 1927.

Documentos para la historia del arte en Andalucía. Documentos varios, vol. 2, Sevilla, Universidad de Sevilla, Facultad de Filosofía y Letras, Laboratorio de Arte, 1928.

FALCÓN PÉREZ, M.I.: *Ordenanzas y otros documentos relativos a las Corporaciones de Oficio en el reino de Aragón en la Edad Media*, Zaragoza, Institución Fernando el Católico (C.S.I.C.), 1997.

FERNÁNDEZ ARENAS, J., y otros: *Fuentes y documentos para la historia del Arte Barroco en Europa*, Barcelona, Gustavo Gili, 1983.

GARCÍA CHICO, E.: *Documentos para el estudio del arte en Castilla*, tomo tercero I, pintores, Seminario de Estudios de Arte y Arqueología, Valladolid, Consejo Superior de Investigaciones Científicas y Universidad de Valladolid, Facultad de Historia, 1946.

— *Documentos para el estudio del arte en Castilla*, tomo tercero 2, pintores, Seminario de Estudios de Arte y Arqueología, Valladolid, Consejo Superior de Investigaciones Científicas y Universidad de Valladolid, Facultad de Historia, 1946.

— *Nuevos documentos para el estudio del arte en Castilla. Escultores del siglo XVI*, Valladolid, Universidad de Valladolid, 1959 (Seminarios de estudios de arte y arqueología).

GONZÁLEZ ECHEGARAY, M^a del C.: *Documentos para la historia del arte en Cantabria. Escultores, entalladores y pintores de los siglos XVI al XVIII*, t. 1, Santander, Instituto Juan de Herrera, Diputación Provincial de Santander, 1971.

HERNÁNDEZ DÍAZ, J.: *Documentos para la historia del arte en Andalucía. Arte y artistas del Renacimiento en Sevilla*, VI, Sevilla, Universidad de Sevilla, Facultad de Filosofía y Letras, Laboratorio de Arte, 1933.

— *Documentos para el estudio del arte en Andalucía. Arte hispalense de los siglos XV y XVI*, IX, Sevilla, Universidad de Sevilla, Facultad de Filosofía y Letras, Laboratorio de Arte, 1937.

LOS MVY ILLUSTRES SEÑORES DE MVRCA MANDARON IMPRIMIR LAS ORDENANZAS QUE TIENE PAR EL GOBIERNO DELLA, Y DE SV CAMPO, Y HVERTA, APROVADAS POR LA MAGESTAD CATOLICA DE N. REY, Y SEÑOR D. CARLOS SEGVNDO Y POR SVS ANTECESSORES: SIENDO CORREGIDOR, Y DE LA CVDAD DE CARTagena, el illustre Señor D. Antonio de Funes Carbajal, y Mesia, Visitador General de los Presidios, y costas de los Reynos de Andalucia: y COMISSARIO DONMACIAS LOPEZ DE AYALA. Impresso, por Vicente Llofrin, Impressor Menestral de esta muy Noble, y muy leal Ciudad y su Reyno. Año 1695.

MADURELL, J. M.: "Pedro Nunyes y Enrique Fernandes, pintores de retablos. Notas para la historia de la pintura catalana de la primera mitad del siglo XVI. Continuación.", *Anales y boletín de los museos de arte de Barcelona*, vol. II-1, enero 1944, 7-65.

— “Pedro Nunyes y Enrique Fernandes, pintores de retablos. Notas para la historia de la pintura catalana de la primera mitad del siglo XVI. Conclusión.”, *Anales y boletín de los museos de arte de Barcelona*, vol. II-3, julio 1944, 11-65.

MARTÍN OJEDA, M.: *Ordenanzas del Concejo de Écija. (1465-1600)*, Excmo. Ayuntamiento de Écija, Diputación Provincial de Sevilla, 1990.

MARTÍN, J. L.: *Ordenanzas del comercio y de los artesanos salmantinos*, 1585, Salamanca, Centro de Estudios Salmantinos, 1992.

MIGUEL, Juan Carlos de: “Los alarifes de la villa de Madrid en la Baja Edad Media”, Teruel, Instituto de Estudios Turolenses, 1987, separata del *IV Simposio Internacional de Mudejarismo*, Teruel, 17-19 de septiembre de 1987.

M. M.: *Anuario de construcción. Contiene los precios de materiales, sus condiciones y ensayos: série de precios compuestos, de mano de obra y de todo coste, de Albañilería, carpintería y demás ramos que comprende la edificación de casas en Madrid*. Madrid, imprenta de José M. Ducazcal, Plazuela de Isabel II, num. 6, 1867.

MORENO CASADO, J.: “Las ordenanzas gremiales de Granada en el siglo XVI”, Granada, Universidad, 1948, Separata del Boletín de la Universidad de Granada, nº 84.

MOYA VALGAÑÓN, J. G.: *Documentos para la historia del arte del Archivo Catedral de Santo Domingo de la Calzada (1443-1563)*, Logroño, Comunidad Autónoma de La Rioja, Instituto de Estudios Riojanos, 1986.

MURO OREJÓN, A.: *Documentos para la historia del arte en Andalucía. Arquitectos, escultores y pintores sevillanos del siglo XVII*, vol. 4, Sevilla, Universidad de Sevilla, Facultad de Filosofía y Letras, Laboratorio de Arte, 1932.

— *Documentos para la historia del arte en Andalucía. Pintores y doradores*, vol. 8, Sevilla, Universidad de Sevilla, Facultad de Filosofía y Letras, Laboratorio de Arte, 1935.

Ordenanzas de la ciudad de Valladolid. 1549-1818, (int. de Fernando Pino Rebolledo, pról. de Joaquín Díaz González), Valladolid, Ámbito Ediciones, 1988.

ORDENANÇAS DE LA MVY NOBLE Y MVY MAS LEAL CIVDAD DE BVRGOS, CAbeça de Castilla, Camara de su Magestad, confirmadas por los Señores de su Consejo, Impresas en Burgos, Por Iuan Baptista Varesio, MDCXV.

Ordenanzas de la muy noble y muy leal ciudad de Málaga, mandadas imprimir por la Iusticia y Regimiento della, siendo Corregidor dela dicha Ciudad con la de Velez Malaga Don Antonio Velaz de Medrano y Mendoça Capitan a guerra por su Maestad en

la dicha Ciudad, (ed. facs. de la de Málaga de 1611, impresas por Jvan Rene, pról. de la ed. act. de Rafael Bejarano Pérez) Málaga, Excmo. Ayuntamiento de Málaga, Real Academia de Bellas Artes de San Telmo, 1996.

Ordenanzas, methodo o regla que se ha de observar A efecto de cerrar la puerta à la perpetracion de Fraudes en la grana cochinilla, Que en universal daño del Comercio de este Reyno, y el de Europa se han experimentado, especialmente al presente con la mescla de la semilla de Sebolla semejante à dicho precioso fruto: A que siguen lo que la Diputacion de Comercio de esta Ciudad ha tenido por conveniente se agregue á ellas para regla en el registro de Granas de esta Ciudad, Mexico, por D. Felipe de Zuñiga y Ontiveros, 1773.

PAREDES GIRALDO, M. del C.: *Documentos para la historia del arte en la provincia de Salamanca: Segunda mitad del siglo XVIII*. Salamanca, Diputación de Salamanca, 1993.

PASTOR FRECHOSO, F. F.: *Boticas, boticarios y materia médica en Valladolid (siglos XVI y XVII)*, Valladolid, Junta de Castilla y León, Consejería de Cultura y Turismo, 1993.

RALLO GRUS, C.: "Aportaciones de un texto en el Boletín de la Academia a la pintura mudéjar", *Boletín de la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando*, núm. 87, 1998, 241-283.

RAMÍREZ DE ARELLANO, R.: "Miscelánea, Ordenanzas de pintores", *Boletín de la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando*, año IX, núm. 33, 1915, 29-46.

RAMÍREZ MARTÍNEZ, J. M.: *Ordenanzas de la ciudad de Logroño. Año 1607*, Logroño, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Servicio de Cultura de la Excma. Diputación Provincial, 1981.

Recopilacion delas ordenanças dela muy noble e muy leal cibdad de Seuilla: detodas las leyes y ordenamientos antiguos y modernos: cartas y prouisiones reales: para la buena gouernacion del bien publico y pacifico regimiento de Seuilla y su tierra. Fecha por mandado delos muy altos y muy poderosos: catholicos reyes y señores don Fernando y doña Ysabel de gloriosa memoria y por su real prouision, (*Ordenanzas de Sevilla de 1527*).

RECOPIACIÓN DE LAS ORDENANÇAS DE LA MVY NOBLE, Y MUY leal Cibdad de Sevilla: de todas las leyes, y ordenamientos antiguos y modernos; cartas y prouisiones Reales, para la buena gouernacion del bien publico, y pacifico Regimiento de SEVILLA y su tierra. Fecha por mandado de los muy altos, y muy poderosos, Catholicos Reyes y señores, don FERNANDO, y doña ISABEL, de gloriosa memoria, y por su Real prouision. Nueva impresión de Andres Grande, 1632.

RESPETO MARTÍN, E.: *Documentos para la historia del arte en Andalucía. Artífices gaditanos del siglo XVII*, vol. 10, Sevilla, Universidad de Sevilla, Facultad de Filosofía y Letras, Laboratorio de Arte, 1946.

SAN AGUSTÍN: *La ciudad de Dios*, (tít. orig. *De civitate Dei*, 413 d. C., ed. mod. de José Morán), Madrid, Biblioteca de Autores Cristianos, 2ª ed. 1965.

SÁNCHEZ CANTÓN, F. J.: *Fuentes literarias para la historia del arte español*, 5 tomos, Madrid, Junta para la Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas. Centro de Estudios Históricos, 1923.

SANCHO CORBACHO, H.: *Documentos para la historia del arte en Andalucía. Arte sevillano de los siglos XVI y XVII*, vol. 3, Sevilla, Universidad de Sevilla, Facultad de Filosofía y Letras, Laboratorio de Arte, 1931.

SERRANO Y SANZ, M.: “Documentos relativos a la pintura en Aragón durante el siglo XV. Continuación”, *Revista de archivos, bibliotecas y museos*, enero-junio de 1915, t. XXXII, año XIX, Madrid, tip. de la Revista de Archivos, Bibliotecas y Museos, 1916, 147-166.

— “Documentos relativos a la pintura en Aragón durante los siglos XIV y XV”, *Revista de archivos, bibliotecas y museos*, julio-diciembre de 1915, t. XXXIII, año XIX, Madrid, tip. de la Revista de Archivos, Bibliotecas y Museos, 1916, 411-428.

— “Documentos relativos a la pintura en Aragón durante los siglos XIV y XV. Continuación”, *Revista de archivos, bibliotecas y museos*, enero a junio de 1916, año XX, Madrid, tip. de la Revista de Archivos, Bibliotecas y Museos, 1917, 462-498.

— “Documentos relativos a la pintura en Aragón durante los siglos XIV y XV. Continuación”, *Revista de archivos, bibliotecas y museos*, julio a diciembre de 1916, t. XXXV, año XX, Madrid, tip. de la Revista de Archivos, Bibliotecas y Museos, 1917, 409-421.

TARQUIS, M. y VIZCAYA, A.: *Documentos para la historia del arte en las Islas Canarias*, tomo I, Santa Cruz de Tenerife, Universidad de la Laguna, Laboratorio de Arte, Universidad de la Laguna, Instituto de Estudios Canarios, 1959 (Colección de Textos y Documentos para la Historia del Arte en Canarias).

Titulo delas Ordennanças que los muy Ilustres y muy magníficos Señores Granada mandan que se guarden para la buena gouernacion de su Republica. Las quales mandaron imprimir para que todos las sepan y las guarden. Año de mill y quinientos y cincuenta y dos.

TORIJA, Juan de: *Tratado breve sobre las ordenanzas de la Villa de Madrid y policía de ella* (reprod. facs. de la ed. de 1760, ed. princ. de Madrid, 1661, impresa en la Casa de Pablo del Val), Valencia, Albatros, 1979.

VAN DER STRAELEN, J. B.: *Jaarboek der vermaerde en konstryke gilde van Sint Lucas binnen de stad Antwerpen*, Amberes, 1855.

WOLFTHAL, D.: *The beginnings of Netnerlandish canvas painting: 1400-1530*, Cambridge, etc., Cambridge University Press, 1ª ed., 1989.

YARZA, J. y otros (dir.): *Fuentes y documentos para la historia del arte*, Barcelona, Gustavo Gili, 1982.

ZARCO DEL VALLE, M. R.: “Datos documentales para la historia del arte español”, *Documentos de la catedral de Toledo*, 2 vols., Madrid, Junta para la Ampliación de Estudios e investigaciones Científicas, Centro de Estudios Históricos, 1916.

ESTUDIOS SOBRE YESO Y CARBONATO CÁLCICO. MATERIALES

ADAM, J. P.: *La construcción romana. Materiales y técnicas*, León, Los Oficios, 1966.

ADAMS, A. E., MACKENZIE, W. S. y GUILFORD, C.: *Atlas de rocas sedimentarias*, (versión española de Marceliano Lago San José y Enrique Arranz Yagüe), Barcelona, Masson, 1997.

ALIA ROBLEDÓ, J. M.: *Estudio espectroscópico vibracional de ciertas propiedades de la familia mineral yeso, basanita, anhidrita*, tesis de la Universidad de Valladolid, Secretariado de Pulicaciones e Intercambio Científico, 1992.

Anhidrita, 11/06/01

<http://www.uned.es/cristamine/fichas/anhidrita/anhidrita.htm>

Aragonito, 11/06/01

<http://www.uned.es/cristamine/fichas/aragonito/aragonito.htm>

ARCHE, A. (coord.): *Sedimentología*, t. II, Madrid, C.S.I.C., 1989.

ARREDONDO Y VERDÚ, F.: “Yesos y cales”, Madrid, *Obras Públicas*, Servicio de Publicaciones E.T.S. Ingenieros de Caminos, 1991.

Association of Lifecasters International. A brief history of plaster and gypsum. 10-II-04. www.artmolds.com/ali/history_plaster.html

- ATEDY: *Manual de ejecución de revestimientos interiores con yesos*, Madrid, Atedy, 1ª ed Junio 2002.
- BISSELL, J. J. y CHILINGAR, G. V.: "Classification of sedimentary rocks", *Developments in Sedimentology. Carbonate Rocks. Origin, Occurrence and Classification*, 9ª, (ed. por George V. Chilingar, Harold J. Bissell y Rhodes W. Fairbridge), Amsterdam etc., Elsevier Publishing Company, 1967, 87-168.
- BLACK, M.: "Coccolitos", *Endeavour*, volumen XXIV, septiembre 1965, 131-136.
- BONES, R. A.: "The analysis of calcium sulphate grounds by an X-ray diffraction process", *Studies in conservation*, volume I, 4, octubre 1954, 193-195.
- BRANSON, E. B. y TARR, W. A.: *Elementos de Geología*, (ed. española por Federico Portillo García), Madrid, Aguilar, 1959.
- BURG HOHN, J., LÓPEZ BLÁNQUEZ, M. y MONJO CARRIÓN, J.: *El yeso en España y sus aplicaciones en la construcción*, Madrid, Asociación de Investigación de la Construcción, 1976.
- Calcita*, 11/06/01. <http://www.uned.es/cristamine/fichas/calcita.htm>
- CALVO SORANDO, J. P.: "Cales y yesos", en *Degradación y conservación del patrimonio arquitectónico*, Madrid, ed. Complutense, 1996, 95-102.
- Carbonato de calcio*, 19/06/01.
<http://www.mundopintura.com/Servicios/carbonat.htm>
- CARENAS FERNÁNDEZ, B.: *Petrografía y geoquímica de los yesos actuales continentales. Comparación con depósitos antiguos*, tesis de licenciatura, Universidad Complutense de Madrid, 1977, 020-028.
- CARENAS, B. y MARFIL, R.: "Petrografía y geoquímica de yesos actuales continentales de la región manchega", *Estudios geológicos*, 35, 1979, 77-91.
- CARENAS, B., MARFIL, R. y DE LA PEÑA, J. A.: "Modes of formation and diagnostic features of recent gypsum in a continental environment, La Mancha, (España)", *Estudios Geológicos*, 38, 1982, 345-359.
- CODY, R. D. y CODY, A. M.: "Gypsum nucleation and crystal morphology in analog saline terrestrial environments", *Journal of sedimentary petrology*, vol. 58, 2, March 1988, 247-255.

Chapter 18. *Phyllosilicates-layer silicates*. 20/05/2003.

<http://simplethinking.com/dunn/ch18/illite.stm>

CHARRIN, V.: “Matières de charge naturelles”, en *Chimie des peintures, vernis et pigments*, 2t., (ed. G. Champetier, y H. Rabaté), París, Dunod, 1956, vol. II, 548-576.

CHOISY, A.: *El arte de construir en Bizancio*, (1ª ed. de 1883, trad. de F. J. Girón Sierra y G. López Manzanares), Madrid, CEHOPU, 1997.

—*El arte de construir en Roma*, (trad. de M. Manzano-Monís López-Chicheri), CEHOPU, 1999.

DANA, J. D.: *The system of mineralogy*, Nueva York, John Wiley and Sons, 1951.

DEDEK, J.: *Le carbonate de chaux*, Lovaina, Libraire Universitaire, 1966.

Dolomita, 11/06/02 <http://www.uned.es/cristamine/fichas/dolomita/dolomita.htm>

Dolomite, 12/11/02, <http://www.saint-hilaire.ca/en/dolomit.htm>

DUDÁ, R. y REJL, L.: *La gran enciclopedia de los minerales*, (trad. de Mª Teresa López y otros), Checoslovaquia, Susaeta, 3ª ed., 1991.

DUNHAM, R. J.: “Classification of carbonate rocks according to depositional texture”, *Classification of carbonate rocks*, symposium organizado por el Research Committee of the American Association of Petroleum Geologists, Tulsa, Oklahoma, U.S.A, editado por William E. Ham, 1962, 108-121.

III. *El Fitoplancton como sintetizador de materia nutritiva*. 08/02/01.

http://omega.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/35/htm/SEC_7.HTM, 1-13.

FEDERSPIEL, B., y otros: “Questions about medieval gesso grounds”, *Historical Painting Techniques, Materials, and Studio Practice*, The Getty Conservation Institute, University of Leiden, Países Bajos, 26-29 junio 1995, 58-64.

FERAY, D. E., HEVER, E. y HEWATT, W. G.: “Biological, genetic, and utilitarian aspects of limestone classification”, en *Classification of carbonate rocks*, simposio organizado por el Research Committee of the American Association of Petroleum Geologists, Tulsa, Oklahoma, Estados Unidos, editado por William E. Ham, 1962, 20-32.

FRIEDMAN, G. M. y SANDERS, J. E.: “Origin and occurrence of dolostones”. En *Developments in Sedimentology. Carbonate Rocks. Origin, Occurrence and*

Classification, 9A. (edited by George V. Chilingar, Harold J. Bissell y Rhodes W. Fairbridge), Amsterdam etc., Elsevier Publishing Company, 1967, 267-348.

GÁRATE, I.: *Artes de la cal*, Madrid, Ministerio de Cultura, Instituto de Conservación y Restauración de Bienes Culturales, 1993.

—*Arte de los yesos*, Madrid, Munilla Leria, 1999.

GASPAR TEBAR, D.: “El Yeso. Aplicaciones en Restauración. Propiedades y Características”, *III Curso Internacional de Conservación y Restauración del Patrimonio: Yaserías y Estucos*, Madrid, Instituto Español de Arquitectura. Fundación General Universidad de Alcalá, 26-30 junio de 1995.

Geología, 19/06/01.

<http://www.monografias.com/trabajos/geologia/geologia.shtml>

GETTENS, R. J.: “A visit to an ancient gypsum quarry in Tuscany”, *Studies in conservation*. Volume I, 4, octubre 1954, 190-192.

GETTENS, R. J. y MROSE, M. E.: “Calcium sulphate minerals in the grounds of Italian paintings”, *Studies in conservation*, I, 4, 174-195.

Gephyrocapsa Oceanica. 12-11-04.

www.nhm.ac.uk/hosted_sites/ina/CODENET/Gidelimages/COrfen/source/108-1.htm

GREEN, G. W.: “Gypsum Analysis with the Polarizing Microscope”, *The Chemistry and Technology of Gypsum*, ASTM Committee c-11 on Gypsum and Related Building Materials and Systems, Atlanta, 14-15 abril 1983, 22-47.

Gypsum. 10-II-04. <http://en.wikipedia.org/wiki/gypsum>

Higher classification of calcareous nannofossils, 2-12-04.

<http://www.google.es/search?q=cach.../INTRO.HTM+prymnesiophycidae&hl=es&ie=UTF>

HUXLEY, T. H.: “On a piece of chalk”, *Macmillan’s magazine*, 1868, en *Collected essays* VIII. 6/02/01. <http://aleph0.clarku.edu/CE8/chalk.html>.

INSTITUTO GEOLÓGICO y MINERO DE ESPAÑA: *Mapa de rocas industriales. Toledo. 1:200.000*, Madrid, Servicio de Publicaciones del Ministerio de Industria, 1973.

—*Mapa de rocas industriales. Escala 1:200.000, Madrid, hoja y memoria, 45, 5/6*, Madrid, Servicio de Publicaciones del Ministerio de Industria, 1973.

—*Monografías de rocas industriales. Rocas calcáreas sedimentarias*, Madrid, Servicio de publicaciones del Ministerio de Industria, 1976.

—*Mapa minero de España. Memoria*, Madrid, IGME, 1988.

INSTITUTO TECNOLÓGICO GEOMINERO DE ESPAÑA: *Mármoles de España*, Madrid, reedición, 1990.

KLEIN, C. y HURLBUT, C. S.: *Manual de mineralogía*, 2 t., (basado en la obra de J. Dana, vers. española de J. Aguilar Peris), Barcelona, etc., Reverté, 4ª ed., 2003.

KOCMAN, V.: “Rapid Multielement Analysis of Gypsum and Gypsum Products by X-Ray Fluorescence Spectroscopy”, *The Chemistry and Technology of Gypsum*, ASTM Committee C-11 on Gypsum and Related Building Materials and Systems, Atlanta, GA, 14-15 abril 1983, 72-104.

LADE, K.: *Yería y estuco. Rovoques, enlucidos, moldeos, rabitz*, Barcelona, Gustavo Gili, 1960.

LAVADO PARADINAS, P.: “Materiales, técnicas artísticas y sistemas de trabajo: El yeso”, *Actas del III Simposio Internacional de Mudejarismo*, 20-22 de Septiembre de 1984, Teruel, Instituto de Estudios Turolenses, 1986, 435-452.

LEIGHTON, M. W. y PENDEXTER, C.: “Carbonate rock types”, en *Classification of carbonate rocks*, symposium organizado por el Research Committee of the American Association of Petroleum Geologists, Tulsa, Oklahoma, U.S.A, editado por William E. Ham, 1962, 33-61.

MACKENZIE, W. S. y GUILFORD, C.: *Atlas de rocas sedimentarias*, (versión española de Marceliano Lago San José y Enrique Arranz Yagüe), Barcelona, Masson, 1997.

MARTÍN SISÍ, M., AZCONGUI MORÁN, F. y GARCÍA I CONESA, O.: *Guía práctica de la cal y el estuco*, León, Los Oficios, 1998.

MOTTANA, A., CRESPI, R. y LIBORIO, G.: *Guía de minerales y rocas*, (trad. de Mercè Serrano y Ferrán Vallespinós), Barcelona, Grijalbo, 1975.

Mundopintura.com, 19/06/01. <http://www.mundopintura.com/Servicios/carbonat.htm>

Nanofósiles calcáreos, 19/11/02.

<http://www.geocities.com/CapeCanaveral/La.../Nanofosiles.htm>

- NAVARRO GASCÓN, J. V.: “Introducción al estudio y clasificación de las rocas”, en el *Curso sobre restauración de piedra*, M. F. A., Madrid, 23-27 de marzo de 1998.
- NELSON, H. F., BROWN, CH. W. y BRINEMAN, J. H.: “Skeletal limestone classification”, en *Classification of carbonate rocks*, symposium organizado por el Research Committee of the American Association of Petroleum Geologists, Tulsa, Oklahoma, U.S.A, editado por William E. Ham, 1962, 224-252.
- NORTH, R. B.: “Natural calcium carbonate”, en *Pigment handbook. Properties and economics*, (editado por Peter A. Lewis), Nueva York, etc., John Wiley & Sons, 1988, 83-96.
- NOVO DE MIGUEL, L.: *El yeso en la construcción*, Barcelona, Ceac, 1970.
- ORTEGA HUERTAS, M.: “Yacimientos de estroncio de España: Geología e interés económico”, en *Recursos minerales de España*, Madrid, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 1992, 429-438.
- ORTÍ, F., ROSELL, L. y SALVANY, J. M.: “Depósitos evaporíticos en España: Aspectos geológicos y recursos”, *Recursos minerales de España*, Madrid, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 1992, 1171- 1209.
- ORÚS, F.: *Materiales de construcción*, Madrid, Dossat, 7ª ed., 1985.
- Paleobiology. Foraminifera*. 26-VI-03.
<http://www.nmnh.si.edu/paleo/foram/fgraphics.html>.
- Paleontología*, 19/11/02.
<http://216.239.33.100/search?q=cache:LMET9xdQ.../paleon.shtml+cocolitof%C3%B3ridos&hl=es&ie=UTF->
- PETTIJOHN, F. J.: *Rocas sedimentarias*, (trad. de la segunda edición por Juan Turner), Buenos Aires, Editorial Universitaria de Buenos Aires, 3ª ed, 1976.
- PRESSLER, J. W.: “Byproduct Gypsum”, *The Chemistry and Technology of Gypsum*, ASTM Committee c-11 on Gypsum and Related Building Materials and Systems, Atlanta, 14-15 abril 1983.
- RIBA ARTERIU, O. y MACAU VILAR, F.: “Situación, características y extensión de los terrenos yesíferos en España”, *Coloquio Internacional sobre Obras Públicas en los Terrenos Yesíferos*, Madrid, Sevilla, Zaragoza, Servicio Geológico de Obras Públicas, 1962, 5-33.

Rocas y minerales industriales de España, 25/05/02,
<http://www.uclm.es/users/higueras/yymm/RMIE.htm>

RUIZ ALONSO, R.: *El esgrafiado. Un revestimiento mural*, León, Los Oficios, 2ª ed., 2001.

SANDERS, J. E. y FRIEDMAN, G. M.: "Origin and occurrence of limestones", en *Developments in Sedimentology. Carbonate Rocks. Origin, Occurrence and Classification*, 9ª, (ed. por George V. Chilingar, Harold J. Bissell y Rhodes W. Fairbridge), Amsterdam etc., Elsevier Publishing Company, 1967, 169-265.

SANZ DE GALDEANO, C., ORTEGA-HUERTAS, M. y ARANA-CASTILLO, R.: "Nuevo yacimiento de celestina en la depresión de Granada. Estudio geológico y mineralógico", *Estudios geológicos*, 32, 1976, 435-442.

SCOFFIN, T. P.: *An introduction to carbonate sediments and rocks*. Blackie, USA, 1987.

School of Ocean & Earth Science. University of Southampton.

On line images of fossils specimens.

Geology Collection/Planktonic Foraminifera/Mediterranean/Levantine Basin, 4/11/03.

<http://www.soton.ac.uk/~bam2/col-index/fossi-lindex/Forams/Eelco/med-levantine/index.htm>

<http://www.soton.ac.uk/~bam2/col-index/fossi-lindex/Forams/Eelco/Mediterranean/index.htm>

The mineral aragonite, 12/11/02.

<http://mineral.galleries.com/minerals/carbonat/ara.../aragonit.ht>

THIEME, C. y AUMANN, G.: "Precipitated calcium carbonate", en *Pigment handbook. Properties and economics*, (editado por Peter A. Lewis), Nueva York, etc., John Wiley & Sons, 1988, 97-109.

TORRACA, G.: "Porous building materials", *Materials science for architectural conservation*, Italia, ICCROM, 2ª ed., 1982.

TURRIANO, Pseudo-Juanelo: *Los veintin libros de los ingenios y de las máquinas*, (pról. de J. Antonio García-Diego), Colegio de Ingenieros de Caminos, canales y puertos, Madrid, Turner, 1983.

Universidad Autónoma de Madrid. Museo de mineralogía. Yeso. 3-I-04.

www.uam.es/cultura/museos/mineralogia/especifica/mineralesAZ/Yeso/yeso.html

Vaterite, 12/11/02. <http://216.239.51.10.../Vaterite.shtml+vaterite&hl=es&ie=UTF->

Vaterite, 09/04/03. <http://www.mindat.org/show.php?name=Vaterite>

VELILLA, N.: “Los materiales de construcción en los edificios históricos. Caracterización petrográfica: Métodos ópticos.”, en *Técnicas de diagnóstico aplicadas a la conservación de los materiales de construcción en los edificios históricos*, Sevilla, Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico, Junta de Andalucía, 1996, 14-24.

VIAN ORTUÑO, A.: *Introducción a la Química Industrial*, Barcelona, Editorial Reverté, 2ª ed., 1994.

VILLANUEVA DOMÍNGUEZ, L. DE Y GARCÍA SANTOS, A.: *Manual del yeso*, Madrid, Dossat, 2001.

WIRSCHING, F.: *Sulfato de calcio*, (trad. del alemán al castellano por Mª Carmen Díez Reyes, resumen de la Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, Germany, 1985), Madrid, ATEDY, 1ª ed., 1996.

WOLF, K. H., CHILINGAR, G. V. y BEALES, F. W.: “Elemental composition of sedimentary carbonates”, en *Developments in sedimentology. Carbonate rocks. Physical and chemical aspects 9B* (edited by George V. Chilingar, Harold J. Bissell y Rhodes W. Fairbridge), Amsterdam etc., Elsevier Publishing Company, 1967, 23-150.

Yeso, 11-IV-02. <http://www.uned.es/cristamine/fichas/yeso/yeso.htm>

Yeso, 25/05/03.

http://redescolar.ilce.edu.mx/redescolar/publicaciones/publi_rocas/yeso.htm

VI. *Zooplankton permanente y zooplankton temporal*. 08/02/01

http://omega.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia2/35/htm/SEC_10.HTM

DICCIONARIOS

ALBERTÍ, S.: *Diccionari castella-catala, catala-castella*, (ed. Albertí), Barcelona, 8ª ed., 1977.

ALCALÁ, Pedro de: *Vocabulista aráuigo en lengua castellana*, Iuan de Varela de Salamanca, 1505.

ALCALÁ VENCESLADA, A.: *Vocabulario andaluz*, (ed. facs. de la impresa por la Real Academia Española en 1951, est. preliminar de Ignacio Ahumada), Jaén, Universidad de Jaén, CajaSur, 1998.

CASTANY SALADRIGAS, F.: *Diccionario de tejidos. Etimología, origen, arte, historia y fabricación de los más importantes tejidos clásicos y modernos*, Barcelona, Gustavo Gili, 1949.

CEÁN BERMÚDEZ, Juan Agustín: *Diccionario histórico de los más ilustres profesores de las Bellas Artes en España*, 6 vols., publicado por la Real Academia de San Fernando, Madrid, en la Imprenta de La Viuda de Ibarra, año de 1800, en *Tratados de Artes Figurativas*, CD de la Colección Clásicos Tavera.

CEBALLOS JIMÉNEZ, I., GONZÁLEZ PULANA, L. y CANTALEJO RUIZ, S.: *Diccionario de términos artísticos*, Madrid, Imp. Frama, 1978.

CEJADOR Y FRAUCA, J.: *Diccionario etimológico-analítico latino-castellano*, Murcia, La Moderna, 2a ed., 1941.

— *Vocabulario medieval castellano*, Madrid, Visor, 1990.

COROMINAS, J.: *Diccionario crítico etimológico castellano e hispánico*, 6 v., Madrid, Gredos, 1980-1991.

COVARRUBIAS OROZCO, Sebastián de: *Tesoro de la lengua castellana o española* (ed. facsímil de la de Madrid de 1611), Madrid, Turner, 1979.

— *Tesoro de la lengua castellana o española*, (ed. Felipe C. R. Maldonado, a partir de la de 1611, revisada por Manuel Camarero), Madrid, Castalia, 1995, (Nueva Biblioteca de erudición y crítica).

CHILVERS, I., OSBORNE, H. Y FARR, D.: *The Oxford dictionary of art*, USA, Oxford University Press, 1988.

— *Diccionario de arte*, (trad. Alberto Adell y otros, adapt. Elena Luxán y otros), Madrid, Alianza, 1992.

Diccionari manual castelà-català català-castellà, tercera edició corregida i augmentada, Barcelona, Vox, 1977.

Diccionario. 14-VII-02. <http://www.diccionarios.com/cgi-bin/cat-esp.php?query=prim>
<http://www.diccionarios.com/cgi-bin/cat-esp.php?query=gros>

Diccionario Larousse de la Pintura, (realización de Salvador Jiménez y otros), Barcelona, Editorial Planeta-Agostini, 1ª ed., 1988.

ECHEGARAY, Eduardo: *Diccionario general etimológico de la lengua española*, Madrid, Edición Económica de la de Roque Barcia, 1887-89.

- EGUILAZ Y YANGUAS, Leopoldo de: *Glosario etimológico de las palabras españolas (castellanas, catalanas, gallegas, mallorquinas, portuguesas, valencianas y bascongadas) de origen oriental (árabe, hebreo, malayo, persa y turco)*, Granada, La Lealtad, 1886.
- FATÁS, G. y BORRÁS, G. M.: *Diccionario de términos de arte*, Madrid, Alianza, Ediciones del Prado, 1993.
- GARCÍA SALINERO, F.: *Léxico de alarifes de los Siglos de Oro*, Madrid, Real Academia Española, 1968.
- Glossary of geology*, (editores Margaret Gary, Robert McAfee Jr, y Carol L. Wolf), Washington, U. S. A, American Geological Institute, segunda impresión, 1973.
- GUAL CAMARENA, M.: *Vocabulario del comercio medieval*, Barcelona, El Albir, 1976.
- Hawley diccionario de química y de productos químicos*, (rev. por N. Irving Sax y Richard J. Lewis, trad. del inglés al español por Luis García Ramos y Rosana Tulla), Barcelona, Omega, 1993.
- MARTÍNEZ, Francisco: *Introducción al conocimiento de las bellas artes, ó Diccionario manual de pintura, escultura, arquitectura, grabado, &c.* (ed. facs. de la de Madrid, Viuda de Escribano, 1788 que incluye el apartado denominado: *Los diccionarios con términos de la construcción*, de M. Alvar Ezquerra), Málaga, Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos, 1989.
- MARTÍNEZ DE SOUSA, J.: *Diccionario de ortografía técnica. Normas de metodología y presentación de trabajos científicos, bibliológicos y tipográficos*, Salamanca, Fundación Germán Sanchez Ruipérez, 1987, Biblioteca del Libro, Serie «Maior».
- MIGUEL, Raimundo de: *Nuevo diccionario latino-español etimológico* (ed. facs. del *Nuevo diccionario Latino-español etimológico, escrito con presencia de las obras más notables en este género publicadas en otros países desde la época del Renacimiento hasta nuestros días, enriquecido con un gran número de voces, frases y modismos extractados de los autores clásicos, seguido de un tratado de sinónimos y de un vocabulario español-latino, para uso de los jóvenes que frecuentan nuestras escuelas*, 11^a edición corregido y aumentada, Madrid, 1897, pról. de la ed. actual de Luis Alberto de Cuenca), Madrid, Visor Libros, 2000.
- MOLINER, M.: *Diccionario de uso del español*, Madrid, Gredos, 1984.
- MURRAY, P. & L.: *A dictionary of art and artists*, Australia, Penguin Books, edition reprinted 1962.

— *Diccionario de arte y artistas*, Barcelona, Instituto Parramón, 1º ed. 1978.

NEBRIJA, Antonio de: *Vocabulario de romances en latín*, (transcripción crítica e introducción de Gerald J. Macdonald de la edición de Sevilla, 1516), Madrid, Castalia, 1981.

Nueva Enciclopedia Larousse, 10 vols., Barcelona, Planeta, 1981.

PALENCIA, Alfonso de: *Universal vocabulario en latín y romance*, (ed. facs. de la de Sevilla, 1490), Madrid, Comisión permanente de la Asociación de Academias de la Lengua Española, Madrid, 1967.

REAL ACADEMIA ESPAÑOLA: *Diccionario de la lengua española*, Madrid, Real Academia Española, 1978.

— *Diccionario de Autoridades. Diccionario de la lengua castellana, en que se explica el verdadero sentido de las voces, su naturaleza y calidad, con las frases o modos de hablar, los proverbios o refranes, y otras cosas convenientes al uso de la lengua*, (compuesto por la Real Academia Española, ed. facs. de la de Madrid, 1726), 3 vols., Madrid, Gredos, 1984.

REJÓN DE SILVA, Diego Antonio: *Diccionario de las nobles artes para instrucción de los aficionados, y uso de los profesores* (ed. facs. de la de la Imprenta de D. Antonio Espinosa, Segovia, 1788), Murcia, Consejería de Cultura y Educación de la Comunidad Autónoma, Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos, Departamento de Historia del Arte de la Universidad, Galería-Librería Yerba, Caja Murcia, 1985.

ROJO VEGA, A.: *El Siglo de Oro. Inventario de una época*, Junta de Castilla y León. Consejería de Educación y Cultura, 1996.

ROSAL, Francisco del: *Diccionario etimológico*, (ed. facs. y est. de Enrique Gómez Aguado), Madrid, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 1992, (Biblioteca de Filología Hispánica).

SANTAMARÍA, F. J.: *Diccionario de mejicanismos*, Méjico, Porrúa, 2ª ed., 1974.

TERREROS Y PANDO, Esteban de: *Diccionario castellano con voces de ciencias y de artes*, (ed. facs. del *Diccionario Castellano con las voces de ciencias y artes y sus correspondientes en las tres lenguas francesa, latina é italiana*, Madrid, en la Imprenta de la Viuda de Ibarra, Hijos y compañía, 1786) 4 vols., Madrid, Arco Libros, 1987.

The collector-s encyclopedia of rocks & minerals, (ed. por A. F. L. Deeson, preparada por James R. Tindall, Annette Rogers y Eric Deeson), Gran Bretaña, David & Charles, 1973.

The dictionary of art, 34 vols., England, Grove, 1996.

WHITTEN, D. G. A. Y BROOKS, J. R. V.: *Diccionario de Geología*, (versión española de Juan José Ruiz Olavide, revisión técnica de J. A. Martínez Álvarez y M. Gutiérrez Calverol), Madrid, Alianza Editorial, 1980.

HISTORIA

BERMEJO, E.: *Juan de Flandes, el poético naturalismo*, Valencia, Rayuela, 1992, (Los Genios de la Pintura Española).

BORRÁS GUALIS, M.: “Teruel mudéjar”, *Descubrir el arte*, año I, nº 6, agosto 1999, 32-43.

BRUQUETAS GALÁN, R.: “El trabajo de la yesería en España”, en *La obra en yeso policromado de los Corral de Villalpando*, Madrid, Ministerio de cultura, Dirección General de Bellas Artes y Archivos, Instituto de Conservación y Restauración de Bienes Culturales, 1ª ed., 1994, 76-83.

CAMPBELL, L.: “The art market in the Southern Netherlands in the fifteenth century”, *Burlington magazine*, 1976, CXVIII, 188-198.

CARBONELL Y TRILLO-FIGUEROA, A.: “La minería y metalurgia entre los musulmanes en España”, *Boletín de la Real Academia de Ciencias de Córdoba*, año VIII, nº XXV, 184-206.

CÓRDOBA DE LA LLAVE, R.: *La industria medieval de Córdoba*, Córdoba, Obra cultural de la Caja Provincial de Ahorros de Córdoba, 1990, p. 253.

DALBON, C.: *Les origines de la Peinture a l’Huile*, París, Perrin et Cia. Libraires-Editeurs, 1904.

DUFOURCQ, CH. E. y GAUTIER-DALCHÉ, J.: *Historia económica y social de la España cristiana en la Edad Media*, (vers. de Federico Revilla rev. y corr. Por Emilio Sáez y Pedro Balañá Abadía), Barcelona, El Albir, 1983.

FRANCO SILVA, A.: “El alumbre murciano”, *Actas de las I jornadas sobre minería y tecnología en la Edad Media Peninsular*, Fundación Hullera Vasco-Leonesa, 101-120.

GALILEA ANTÓN, A. M.: *Aportación al estudio de la pintura gótica sobre tabla y sarga en la Rioja*, Logroño, Instituto de Estudios Riojanos, 1985.

GIL FARRÉS, Octavio: *Historia de la moneda española*, Madrid, Apartado 13078, 2ª ed., 1976.

GUERRERO LOVILLO, J.: “Los maestros yeseros sevillanos”, AEA, XX-VIII, Madrid, Instituto Deigo Velázquez, 1956.

LAPEYRE, H.: *El comercio exterior de Castilla a través de las aduanas de Felipe II*, Valladolid, Universidad de Valladolid, 1981.

L'artista-artesà medieval a la Corona d'Aragó, (ed. Joaquín Yarza y Francesc Fité), Lleida, 14-16 de enero de 1998.

LAVADO PARADINAS, P.: “Púlpitos mudéjares de yeso”, *Separata de la Revista del Instituto Egipcio de Estudios Islámicos en Madrid*, vol. XX, Madrid, 1979-1980.

LÓPEZ PIÑERO, J. M.: *Ciencia y técnica en la sociedad española de los siglos XVI y XVII*, Barcelona, Labor Universitaria, 1979.

LORENZO SANZ, E.: *Comercio de España con América en la época de Felipe II*. Dos tomos. Tomo I: *Los mercaderes y el tráfico indiano*. Tomo 2: *La Navegación, los tesoros y las perlas*, Valladolid, Institución Cultural Simancas de la Diputación Provincial de Valladolid, t. I 1986, t. II, 1980.

LOUMYER, G.: *Tradition techniques de la peinture medievale*, (ed. de G. Van Oest & C^{ie}) Bruselas y París, Librairie Nationale d'Art, et d'Histoire, 1920.

MARTÍN GONZÁLEZ, J. J.: “Tipología e iconografía del retablo español del Renacimiento”, *Boletín del Seminario de Estudios de Arte y Arqueología*, t. XXX (1964), 5-66.

—*El retablo barroco en España*, Madrid, Alpuerto, 1993.

PALOMERO PÁRAMO, J. M.: *El retablo sevillano del Renacimiento: Análisis y Evolución (1560-1629)*, Sevilla, Excma. Diputación Provincial de Sevilla, 1983.

PÉRIER-D'ETEREN, C.: *Colyn de Coter et la technique picturale des peintres flamands du XVe siècle*, Bruxelles, Lefebvre & Gillet, 1985, Éditions D'Art.

PONZ, Antonio: *Viaje de España: cartas, en que se da noticia de las cosas mas apreciables, y dignas de saberse que hay en ella*, 18 vols., Madrid, Joachin Ibarra, 1774-1794.

Relaciones histórico geográfico estadísticas de los pueblos de España hechas por iniciativa de Felipe I, Provincia de Toledo, 2 vols., (Carmelo Viñas y Ramón Paz), Madrid, Instituto Balmes, 1951.

Relaciones historica-geografico-estadisticas de los pueblos de España hechas por iniciativa de Felipe II. Ciudad Real, (Carmelo Viñas y Mey y Ramón Paz), Madrid, Instituto Balnes de Sociología, Instituto de Geografía Juan Sebastián Elcano, 1971.

Relaciones topográficas de los pueblos del reino de Murcia (1575-1579), (est. y transcripción de Aurelio Cebrián Abellán y José Cano Valero), Murcia, Universidad, Secretariado de Publicaciones, 1992.

Relaciones topográficas de Felipe II: Madrid, 4 vols, (coord. Alfredo Alvar Ezquerra, María Elena García Guerra, María de los Angeles Vicioso Rodríguez), Madrid, Comunidad de Madrid, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 1993.

Relaciones topográficas de la provincia de Guadalajara, Guadalajara, AACHE, 2002.

SÁNCHEZ GÓMEZ, J.: *De minería, metalurgia y comercio de metales*, 2 vols., Salamanca, Instituto Tecnológico Geominero de España, 1ª ed., 1989.

SÁNCHEZ MESA, D.: *Técnica de la escultura policromada granadina*, Granada, Universidad de Granada, 1971.

SARALEGUI, L.: “Algunas sargas y sargueros de Valencia”, *Museum*, VII, 203-214.

SATUÉ SANROMÁN, J. M.: “El último botero de Sobrepuerto”, *Serrablo*, año XXX, nº 118, Diciembre 2000, pp. 1-5. 11/6/01. <http://www.serrablo.org/s118/s118a14.html>.

SILVA MAROTO, M. P.: *Pintura hispanoflamenca castellana: Burgos y Palencia. Obras en tabla y sarga*, 3 vols., Junta de Castilla y León. Consejería de Cultura y Bienestar social, 1990.

SOCIEDAD ESTATAL PARA LA CONMEMORACIÓN DE LOS CENTENARIOS DE FELIPE II Y CARLOS V: *Felipe II. Los ingenios y las máquinas. Ingeniería y obras públicas en la época de Felipe II*, Catálogo de la exposición celebrada en el Real Jardín Botánico los días 10 de Septiembre-10 Noviembre de 1998, Madrid, 1998.

TALLEY, M. K.: *Portrait painting in England: Studies in the technical literature before 1700*, tesis doctoral publicada por Paul Mellon Centre for Studies in British Art, 1981.

THOMPSON, D. V.: *The materials and techniques of medieval painting*, Nueva York, Dover, 1956.

VAN CASTEELE, D.: “Documents divers de la Société S. Luc à Bruges”, *Annales de d’Emulation pour l’étude de l’histoire et des antiquités de la Flandre*, 3rd ser., I, 1866, 5-54.

VIÑAS, C.: “Cuadro económico-social de la España de 1627-28. Pragmáticas sobre tasas de mercaderías y mantenimientos, jornales y salarios”, *Anuario de historia económica y social*, Madrid, nº 1, 715-772, 1968 y nº 2, 705-731, 1968.

ESTUDIOS EN EL CAMPO DEL ARTE: MATERIALES

BÁEZ AGLIO, M. I. y SAN ANDRÉS, M.: “Las lacas rojas de origen natural (I): Naturaleza, composición y terminología”, *Pátina*, junio 1999, época II, nº 9, 124-134.

— “Las lacas rojas (II): Historia de su empleo y preparación”, *Pátina*, 10 y 11, 2001, 172-186.

BÁEZ AGLIO, M. I., SANTOS GÓMEZ, S., SAN ANDRÉS MOYA, M., BALDONEDO RODRÍGUEZ, J. L., y BARBA SOLANA, C.: “Los secativos en la pintura. Materiales utilizados”, *XI Congreso de conservación y restauración de bienes culturales*, Castellón, 1996, 67-76.

BANIK, G.: “Discoloration of green copper pigments in manuscripts and works of graphic arts”, *Restaurator*, 10, 1989, 61-73.

BAZZI, M.: *Enciclopedia de las técnicas pictóricas*, (1ª ed. Milán, 1965, trad. y voc. técnico de Rafael Santos Torroella), Barcelona, Noguer, 1965.

BEARN, J. G.: *The chemistry of paints, pigments and varnishes*, Londres, Ernest Benn Limited, 1923.

BERGEON, S.: “Painting Technique: Priming, Coloured Paint Film and Varnish”, en *Journal of the European Study Group on Physical, Chemical and Mathematical Techniques Applied to Archaeology. Art History and Laboratory. Scientific Examination of Easel Paintings*, (ed. de Roger Van Schoute and Hêlène Verougstraete-Marcq), Estrasburgo, Consejo de Europa, Asamblea Parlamentaria, PACT 13, 1986.

BERNARDINI, C., SANTAMARIA, U. y SECCARONI, V.: “The use of eggshells for the production of pigments”, *6th International Conference on “Non-Destructive Testing and Microanalysis for the Diagnostics and Conservation of the Cultural and Environmental Heritage*, Roma, mayo 17th – 20th 1999, 2235-2245.

BERNINI, D.: *Laboratorio di restauro 2*, Roma, Ministero per i Beni Culturali e Ambientali Soprintendeza per: Beni Artistici e Storici di Roma, 1988.

BOMFORD, R., DUNKERTON, J. GORDON, J. Y ASHOK, R.: *La pintura italiana hasta 1400*, (trad. de Ramón Ibero), Barcelona, Serbal, 1ª ed., 1995.

BRUQUETAS GALÁN, R.: “Los procedimientos y materiales pictóricos en la corte de Felipe II”, *Separata de IX Jornadas de arte. El arte en las cortes de Carlos V y Felipe II*, Madrid, CSIC, 1999.

— *Técnicas y materiales de la pintura española de los siglos de oro*, Madrid, Fundación de Apoyo a la Historia del Arte Hispánico, 2002.

CAMPINS DE CODINA, A.: *Tecnología química de los barnices y pinturas*, Barcelona, Reverté, 1951.

CONEJO SASTRE, O., SAN ANDRÉS, M., BALDONEDO, J. L. y RODRÍGUEZ, A.: “Characterization of bores by TEM”, *6th International conference on "non-destructive testing and microanalysis for the diagnostics and conservation of the cultural and environmental heritage*, Roma, Mayo 17th-20th 1999, 1179-1191,

CONSTABLE, W. G.: *The painter's workshop*, Londres, Oxford University Press, 1954.

CREMONESI, P.: *Materiali e metodi per la pulitura di opera policrome*, Paolo Cremonesi, 1997.

DANIELS, V.: “The blackening of vermilion by light”, *Recent advances in the conservation and analysis of artifacts*, Londres, Jubilee Conservation Conference Papers, Universidad de Londres, 280-282.

DARRAH, J. A.: “White and golden tin foil in applied relief decoration: 1240-1530”, en *Looking through paintings. The study of painting techniques and materials in support of art historical research*, Países Bajos, Uitgeverij de Prom, 1998, 49-79.

DENNINGER, E.: “What is *bianco di San Giovanni* of Cennino Cennini?”, *Studies in conservation*, 19, 1974, 185-187.

DOERNER, M.: *Los materiales de pintura y su empleo en el arte. Materiales y técnica de las pinturas al óleo, temple, acuarela, fresco, pastel. Técnica de los antiguos maestros. Conservación de monumentos y cuadros*, (vers. española de la séptima ed. original por Pedro Reverté), Barcelona, Reverté, 1947.

EASTLAKE, CH.L.: *Methods and materials of painting of the great schools and masters*, 2 vols., (1ª ed. de 1847), Nueva York, Dover, 1960.

FELLER, R. L. (ed.): *Artists' pigments. A handbook of their history and characteristics*, vol I, Washington, National Gallery of Art, Oxford University Press, 1986.

- FORTI, G.: *Antiche ricette di pittura murale: affresco, stereocromia, calce, tempera, olio, encausto*, Verona, Cierre, 1989.
- GETTENS, R. J., KÜHN, H. y CHASE, W. T.: "Lead white", *Studies in conservation*, 12, (4), 1967, 125-139.
- "Lead white", en *Artists' pigments. A handbook of their history and characteristics*, vol. II, (ed. de Ashok Roy), Washington, National Gallery of Art, Oxford University Press, 1993, 67-81.
- GETTENS, R. J. y STOUT, G. L.: "The compatibility of pigments in artists' oil paints", *Technical studies in the field of the fine arts*, 10, 1941, 18-28.
- *Painting Materials. A short Encyclopedia*, Nueva York, Dover, 2ª ed., 1966.
- GIOVANNONI, S., MATTEINI, M. y MOLES, A.: "Studies and developments concerning the problem of altered lead pigments in wall painting", *Studies in conservation*, vol. 35, 1, 1990, 21-25.
- GOEDINGS, T. y GROEN, K.: "Dutch pigment terminology I", *Hamilton Kerr Institute*, 2, 1994, 85-87.
- GONZÁLEZ ALONSO-MARTÍNEZ, E.: *Tratado del dorado, plateado y su policromía*, Valencia, Universidad Politécnica de Valencia, Departamento de Conservación y Restauración de Bienes Culturales, 1997.
- GONZÁLEZ LÓPEZ, M. J.: *Estudio de las preparaciones de pintura sobre soportes de tela y tabla: caracterización de sus principales componentes, comportamiento y factores de deterioro*, Sevilla, Universidad, 1993, tesis presentada el 16 de julio de 1992, director Francisco Arquillo Torres, presidente Francisco Maireles Vela.
- "La preparación e imprimación de los soportes pictóricos de madera y tela según la visión de algunos de los principales tratadistas de la historia de la pintura", *IX Congreso de Conservación y Restauración de Bienes Culturales*, Sevilla, 17-20 de septiembre de 1992, 169-185.
- "Brocado aplicado: fuentes escritas, materiales y técnicas de ejecución", *Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico*, 31, 2000, 67-77.
- GRISSOM, C. A.: "Green earth", en *Artists' pigments*, (ed. A. Roy), tomo 1, Cambridge, Cambridge University Press, 1986, 141-167.

Guilded Wood: Conservation and History. General editors, D. Bigelow. Sound View Press. Connecticut, 1991, publicado con ocasión del Gilding Conservation Symposium, Philadelphia Museum of Art, octubre 1988.

HARLEY, R. D.: *Artists' pigments c. 1600-1835. A study in English documentary sources*, Londres, Butterworth Scientific, 2ª ed., 1982.

HARRISON, A. W. C.: "The manufacture of lake and precipitated pigments", Londres, Leonard Hill Ltd, 1930.

JACKSON, A. y DAY, D.: *Manual completo de la madera, la carpintería y la ebanistería*, (trad. Cyan), Madrid, 1993.

LAURIE, A. P.: *The materials of the painter's craft in Europe and Egypt. From earliest times to the end of the XVIIth century, with some account of their preparation and use*, Londres, T. N. Foulis, 1910.

—*The pigments and mediums of the old masters*, Londres, Mc Millan, 1914.

—*The painter's methods and materials*, (trad. al castellano por M. López y Atocha), Madrid, Librería y Editorial Hernando, 1ª ed. 1935.

MALTESSE, C.: *Las técnicas artísticas*, Madrid, Cátedra, 1985.

MARTIN, E., EVENO, M. Y RESSORT, C.: "L'ornementation métallique et ses altérations", *Techne*, 7, 1998, 105-108.

MATTEINI, M. y MOLES, A.: *La química en la restauración*, (1ª ed. italiana de 1989, trad. de Emiliano Bruno y Giuliana Lain,), Guipúzcoa, Nerea, 2001.

MAYER, R.: *The artist's handbook of materials and techniques*. (ed. by Edwin Smith),. United Kingdom, Faber and Faber, 4ª ed. 1982.

—*Materiales y técnicas del arte*, (trad. de Juan Manuel Ibeas), Madrid, Hermann Blume, 2ª ed., 1993.

MIEDEMA, H. y MEIJER, B.: "The introduction of coloured ground in painting and its influence on stylistic development, with particular respect to sixteenth-century Netherlandish art", *Storia dell'arte*, 1979, 79-98.

MORA, P., MORA, L. y PHILIPPOT, P.: *Conservation of wall paintings*, Londres, etc., Butterworths, 1984.

ODDY, A.: "Gilding through the ages", *Gold Bulletin*, 1981, 14, 75-79.

PERRAULT, G.: *Dorure et polychromie sur bois*, Dijon, Faton, 1993.

PETIT, J., ROIRE, J. y VALOT, H.: *Des liants et des couleurs pour servir aux artistes peintres et aux restaurateurs*, Dijon-Quetigny, Erec éditeur, 1995.

Pigments et colorants de l'Antiquité et du Moyen Age: teinture, peinture, enluminure, études historiques et physico-chimiques, Colloque international du CNRS, Département des sciences de l'homme et de la société, Département de la chimie Paris, CNRS, 1990.

PRIETO PRIETO, M.: *Los antiguos soportes de madera fuentes de conocimiento para el restaurador*, (tesis doctoral, dir.: Francisco Núñez de Celis), Facultad de Bellas Artes de la UCM, 1987.

QUINTO ROMERO, M^a L. de: *Los batihojas, artesanos del oro*, Madrid, Editora Nacional, 1984.

RANACHER, Maria: "Painted Lenten veils and wall coverings in Austria: Technique and conservation", *Conservation within historic buildings.IIC Vienna Congress*, septiembre, 1980, 142-148.

ROY, A. (ed.): *Artists' pigments. A handbook of their history and characteristics*, vol II, Washington, National Gallery of Art, Oxford University Press, 1993.

Sustancias naturales y materias plásticas: guía de productos, Barcelona, etc., RCM, [s. a.].

SAN ANDRÉS, M., CONEJO, O., BÁEZ, M. I., SANTOS, S., BALDONEDO, J. L. y MUÑOZ, A. : "SEM and TEM contributions to analysis of the materials used by old masters", *Art & Chimie. La Couleur. International Congress on contribution of chemistry to the works of art*, París, CNRS Editions 2000, 115-118.

SANTOS GÓMEZ, S. y SAN ANDRÉS MOYA, M.: "Aportaciones de antiguas ordenanzas al estudio de técnicas pictóricas", *Pátina* n^{os} 10 y 11, 2001, 266-285.

— "La pintura de sargas", *Archivo Español de Arte*, LXXVII, 2004, 305, 59-74.

SANTOS GÓMEZ, S., SAN ANDRÉS MOYA, M. y RODRÍGUEZ MUÑOZ, A.: "Reproduction of traditional methods of preparing *gesso grosso* and *gesso sottile* described in old treatises. Effects on their composition and morphology", *2nd International Congress on Science and Technology for the Safeguard of Cultural Heritage in the Mediterranean basin*, 2 vols., París, Elsevier, 2000, vol. 1, 813-816.

SANTOS GÓMEZ, S., SAN ANDRÉS MOYA, M., BALDONEDO RODRÍGUEZ, J. L., RODRÍGUEZ MUÑOZ, A., DE LA ROJA DE LA ROJA, J. M. y GARCÍA BAONZA, V.: "Proceso de

obtención del verdigrís. Revisión y reproducción de antiguas recetas. Primeros resultados”, *I Congreso del GEIC. Conservación del Patrimonio. Evolución y nuevas perspectivas*, Valencia, 2002, 383-388.

SANTOS GÓMEZ, S., SAN ANDRÉS MOYA, M., BALDONEDO, J.L. y RODRÍGUEZ MUÑOZ, A.: “Recetas para la preparación del verdigrís. Resultados preliminares de la obtención de la variedad conocida como viride salsum”, *Pátina*, nº 12, 2003, 43-54.

STEWART REMINGTON, J. y FRANCIS, W.: *Pigments, their manufacture, properties and use*, Londres, Leonard Hill Limited, 1954.

VAN DAMME, J.: “De Antwerpse 'Tafereelmakers' en hun merken”, *De Leiegouw*, XXIX, afl. 1-2, 1987, 259-264.

WADUM, J.: “Historical techniques of panel painting in the Northern countries”, *The structural conservation of panel paintings: Proceedings of a Symposium held at the J. Paul Getty Museum*, 24-28 abril 1995, Los Ángeles, The Getty Conservation Institute, 1998, 149-177.

WEST, E. (ed.): *Artists' pigments. A handbook of their history and characteristics*, vol III, Washington, National Gallery of Art, Oxford University Press, 1997.

MÉTODOS DE ANÁLISIS. CIENCIA

BALDONEDO RODRÍGUEZ, J. L.: *Fundamentos básicos de la microscopía electrónica de barrido y microanálisis*, Madrid, Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, Gabinete de Formación y Documentación, 1988.

BRADLEY, D. E.: “Evaporated carbon films for use in electron microscopy”, *British journal of applied physics*, 5, (2), 1954, 65-66.

BURBANO, S.; BURBANO, E. y GRACIA, C.: *Física General*, Zaragoza, Mira, 1993.

CAMPBELL, W. C.: “Energy dispersive X-ray emission analysis. A review”, *Analyst*, 104, 177-195.

FELLER, R. L. y BAYARD, M.: “(Appendix). Terminology and procedures used in the systematic examination of pigment particles with the polarizing microscope”, en *Artist's pigments; a handbook of their history and characteristics*, Vol I, (ed. R. L. Feller), National Gallery of Art, Oxford University Press, Washington, 1986.

GARRIDO PÉREZ, M. C. y CABRERA GARRIDO, J. M.: "Cross-sections", en *Scientific examination of easel paintings, Xth. Anniversary Meeting of the Pact Group at Louvain-la-Neuve*, (eds. R. Van Schoute y H. Veroustraete-Marcq), Estrasburgo, Consejo de Europa, 1986, 155-169.

GETTENS, R. J.: "Microscopic examination of specimens from an Italian Painting", *Technical studies in the field of the fine arts*, 3, 1935, 165-173.

GÓMEZ GONZÁLEZ, M. L.: *Examen científico aplicado a la conservación de obras de arte*, Madrid, Ministerio de Cultura, Instituto de Conservación y Restauración de Bienes Culturales, 1ª ed., 1994.

— *La Restauración. Examen científico aplicado a la conservación de obras de arte*, Madrid, Cátedra, 2ª ed., 2000, (Cuadernos de Arte Cátedra).

GONZÁLEZ, R., PAREJA, R. y BALLESTEROS, C.: *Microscopía electrónica*, Madrid, Eudena, 1991.

HALL, E. T.: "Methods of analysis (physical and microchemical) applied to paintings and antiquities", *Recent advances in conservation, contributions of the IIC Rome 1961*, Londres, Butterwoths, 1963, 29-32.

MC MEEKIN, T.L, GROVES, M. L. Y HIPPI, N. J.: "Refractive indices of amino acids, proteins and related substances", *Journal advances in chemistry Series*, 44, 1964, 54-66.

MILLS, J. Y WHITE, R.: *The organic chemistry of museum objects*, Oxford, Butterwoths, 2º ed., 1994.

*No corresponde al ojo el deleite, sino al corazón.
La belleza es sólo el medio por el cual se llega a lo anhelado.*
Muhyiddin Ibn Arabi

